TPI

BAND XXV HEFT 4 FEBRUAR 1939

IMP. INST. ENT.
— LIBRARY —
27 MAR 1939
Eu. 270
E & A

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
K. ESCHERICH
Dr. med. et phil., Dr. h. c., o. ö. Professor an der Universität München

MIT 69 ABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

Z. ang. Ent. Bd. XXV Heft 4 S. 543—732 Bln. 1939

Inhalt.

Originalaufsätze.

Seite

Die Entwicklung der Nonne, *Lymantria monacha*, in ihrer Abhängigkeit von der Nahrungsqualität. Von Helmut Sattler. (Mit 29 Abbildungen.) 543

Beiträge zur Lebensweise und Bekämpfung der Mehlmotte, *Ephestia kuehniella* Z. (Pyralidae, Phycitinae). Von Georg Kunike. (Mit 12 Abbildungen.) . . . 588

Schädigungen an Laub- und Nadelholz durch Novosil und verwandte Stäubemittel und deren Wirkung auf Nonnenraupen und Nematuslarven. Von Hellmuth Gäbler. (Mit 2 Abbildungen.) 609

Anlockversuche bei *Lymantria monacha* L. Von Kurt Hanno. (Mit 3 Abb.) . 628

Die Laubheuschrecke *Barbitistes constrictus* Brunn. als Forstschädling. Von Hans-Werner Nolte. (Mit 1 Abbildung.) 642

Über das Zusammenleben von Holzwespen (Siricinae) mit Pilzen. Von Helene Francke-Grosmann. (Mit 18 Abbildungen.) 647

Untersuchungen über den Einfluß von Pflanzenschutzmitteln auf die Bienen. IV. Teil: Die Wirkung von Derris auf die Bienen. Von Friedrich Karl Böttcher. (Mit 4 Abbildungen.) 681

Eulecanium bulgariense n. sp., ein Schädling der bulgarischen Ölrosenkulturen aus der Familie der Cocciden. Von Hermann Wünn. 703

Neue Literatur.

Eingesandte Literatur 709

Autorenregister 718

Sachregister 722

Schriftleitung: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. K. Escherich, München 19, Prinzenstr. 26. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

Honorierung: Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Das Honorar beträgt pro Bogen 32.— Rm., mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Der von Abbildungen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen werden nicht honoriert. Jeder Mitarbeiter erhält von seinem Beitrag unberechnet 30 Sonderabdrucke, bei Doktorarbeiten 50.

Erscheinungsweise: Jährlich erscheint 1 Band, zu 4 Heften im Gesamtumfang von etwa 40 Bogen zum Preise von i. Sa. etwa 52,— Rm.

Band XXV, Heft 4.

Originalaufsätze.

Die Entwicklung der Nonne, Lymantria monacha, in ihrer Abhängigkeit von der Nahrungsqualität.[1]

Von

Helmut Sattler, Heidelberg.

(Aus dem Institut für angewandte Zoologie, München, und dem Forstzoologischen Institut der Universität Freiburg.)

(Mit 29 Abbildungen.)

Inhaltsverzeichnis. Seite

Einführung 543
I. Die Einwirkung verschiedenartiger Nährpflanzen auf die Entwicklung der Nonne 543
Vorbemerkungen 543
Material und Methode 545
Erscheinungszeit der Eiraupe und Knospenentfaltung 548
Die Entwicklungsdauer bei verschiedenartiger Ernährung 548
Sterblichkeit durch Nahrungseinfluß 562
Nachkommenerzeugung und Nahrungsfaktor 567
II. Nahrungsresorption bei verschiedenen Nährpflanzen 573
Vorbemerkungen 573
Methodisches 574
Versuchsergebnisse 579
III. Temperatur und Nahrungsresorption 581
Vorbemerkungen 581
Methodisches 581
Versuchsergebnisse 581
Zusammenfassung 585
Schriftenverzeichnis 586

[1]) D 25.

Einführung.

Von den Umweltfaktoren, die auf eine Nonnenbevölkerung einwirken, haben die abiotischen im wesentlichen eine Klärung erfahren [Zwölfer (33 u. 34) u. a.]. Für die biotischen Faktoren hingegen, besonders soweit sie die Wirkung der Nahrung betreffen, finden sich noch zahlreiche ungelöste Fragen. Ganz allgemein gilt dies vom Nahrungseinfluß auch für die übrigen Insekten [Uvarov (30)]. So liegt nach Uvarov das Hauptinteresse bei den blattfressenden Arten vor allem in der Bestimmung der Blattsubstanz, welche den Insekten als tatsächliche Nahrung dient. Dazu bedürfte es entsprechender Vorarbeiten von chemischer Seite. Außer den notwendigen Nährsubstanzen scheinen noch andere Stoffe der aufgenommenen Nahrung unmittelbar das Verhalten der Entwicklungsstufen zu bestimmen. So geben Hering (9) und Jordan (11) an, daß gewisse „Reizstoffe" der Nahrung die Fraßtätigkeit anregen. Nach Grevillius (7) und Lagerheim (19) sollen beim Goldafter (*Eupr. chry.* L.) Gerbstoffe in den Blättern der Fraßpflanzen als Reizmaterial wirken. — Polyphagie oder Monophagie einer Insektenart stehen wahrscheinlich mit Nähr- und Reizstoffen in Zusammenhang. Derartige Fragen über den Nahrungseinfluß wurden bei den zugrunde liegenden Versuchen nicht berührt. Sie befassen sich vielmehr mit den äußerlich wahrnehmbaren Erscheinungen, wie Entwicklungsdauer, Sterblichkeit und Fruchtbarkeit der polyphagen Nonne. Die Untersuchung betrifft damit Fragen, die für das Bevölkerungswachstum der Nonne und seine Gesetzmäßigkeit von unmittelbarer Bedeutung sind. Ferner wurde versucht, in die Nahrungsresorptionsverhältnisse der Altraupen von *L. monacha* L. einen Einblick zu gewinnen.

Die vorliegende Untersuchung wurde 1936 im Institut für angewandte Zoologie in München begonnen und später im Forstzoologischen Instiut der Universität Freiburg weitergeführt und beendigt. Für die Anregung zu ihrer Bearbeitung, ebenso für die ständige Bereitwilligkeit, sich für das Gelingen der Arbeit einzusetzen, möchte ich auch an dieser Stelle meinen verehrten Lehrern, Herrn Geheimrat Prof. Dr. Escherich, München und Prof. Dr. Zwölfer, Freiburg, bestens danken.

I. Die Einwirkung verschiedenartiger Nährpflanzen auf die Entwicklung der Nonne.

Vorbemerkungen.

Der Einfluß der Ernährung auf die Entwicklung freilebender Organismen ist — soweit deren Bionomie bekannt ist — im allgemeinen ohne komplizierte Versuchsordnung zu beobachten. In dieser Richtung sind daher seit langem zahlreiche Studien betrieben worden. Die älteren Arbeiten auf diesem Gebiet sind bei Bachmetjew (2), die späteren bei Uvarov (30) zusammengefaßt, und von den Bearbeitungen der letzten Zeit sind zu nennen die von Blunck (5) an *Dytiscus marginalis*, von Herford (8) an *Bruchus obtectus* S. und von Maercks (22) an *Lymantria monacha* L.

Maercks führt in seinen Versuchen über „den Nahrungseinfluß auf die Entwicklung der Nonnenraupe“ die Fragestellung seines Themas nicht vollständig durch. Er behandelt lediglich Entwicklungsdauer und Sterblichkeit.[1]) Grundsätzlich wird jedoch die Nahrungseinwirkung auf die Nonnenentwicklung an sich erst bei Aufzucht kräftigen Eimaterials sowie unter Berücksichtigung der Nachkommenproduktion genauer beurteilt werden können.

Im folgenden wird auf Grund von empirischen Untersuchungen in den Jahren 1936 und 1937 über die Entwicklungszeit, die Sterblichkeit und die Eierzeugung der Nonne berichtet.

Material und Methode.

1. Eimaterial: Die Nonneneier der Zuchtversuche im Jahre 1936 waren in einem Fichtengebiet, Rominten (Ostpreußen), im Laufe des Winters 1935/36 eingesammelt worden. Physiologisch gesehen befand sich das Material im 2. Jahre einer Eruption. Die Versuchstiere bzw. Eier für die Weißbuchezucht stammten aus der Umgebung von Warschau (Polen). Im Jahre 1937 waren die Nonneneier im März und April des gleichen Jahres aus den Forstämtern Balster, Seeheide, Neuhof (Pommern) und aus der Umgebung von Löwenberg (Mark Brandenburg) zugeschickt worden. Dieses Eimaterial entstammte einem „Normaljahr“ aus Kiefernbeständen.

Die Versuchseier beider Jahre wurden im Laboratorium bis zum Versuchsbeginn bei einer Temperatur von 2—4° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 90—100% im „Latenzzustand“ gehalten.

2. Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsverhältnisse: Zur Prüfung der Nahrungseinwirkung sind die Versuchstiere unter möglichst gleichbleibenden Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsbedingungen [vgl. Zwölfer (32)] aufgezogen worden. Die Raumverhältnisse in den zur Verfügung stehenden „Brückenthermostaten“ erlaubten es nicht, die erforderliche Anzahl Zuchtgefäße darin bei einer Temperaturstufe unterzubringen. Aus diesem Grunde liefen sämtliche Versuche unter Zimmertemperatur. Die Temperaturschwankungen im Versuchsraum mußten somit hingenommen werden.

Als Zuchtgefäße dienten Hygrostatenschalen [Zwölfer (32)], die seit einigen Jahren im Münchener Institut in Gebrauch sind und sich auch bei den vorliegenden Untersuchungen bewährt haben. Zur Erreichung optimaler Luftfeuchtigkeit wurden die Schalen mit angefeuchtetem NaCl beschickt; dies entspricht bei Zimmertemperatur einer relativen Luftfeuchtigkeit von rund 75%.

3. Nährpflanzen: Aus der Vielzahl der im Schrifttum erwähnten Fraßpflanzen der Nonne, deren umfassendste Zusammenstellung Wilke (31) gegeben hat, konnten aus technischen Gründen nur einige der wichtigsten für die vorliegenden Versuche ausgewählt werden; es sind folgende:

1936: Apfel (*Pirus malus*), Birke (*Betula verrucosa*), Buche (*Fagus silvaticus*), Eiche (*Quercus pedunculata*), Fichte (*Picea excelsa*), Weißbuche (*Carpinus Betulus*).

1937: Erle (*Alnus incana*), Fichte (*Picea excelsa*), Kiefer (*Pinus silvestris*), Lärche (*Larix europaea*), Tanne (*Abies pectinata*).

Der Vollständigkeit halber sei hier auch der Standort der Nährpflanzen aufgezählt, da möglicherweise die Beschaffenheit der Nahrung von standörtlichen Einflüssen mitbedingt ist.[2]) Englischer Garten, München: Birke, Buche, Eiche, Erle, Fichte.

---

[1]) Die Entwicklungsdauer ist in seinen Ergebnissen nur aus den Extremwerten (Variationsbreite) zu ersehen. Die Sterblichkeit in seinen Zuchten wird vermutlich zum großen Teil durch die „physiologische Schwäche“ seines Ausgangsmaterials verursacht worden sein.

[2]) Welche stoffliche Verschiedenheit beispielsweise in den Blättern des Maulbeerbaumes bei getrenntem Standort auftreten kann, zeigen die Analysen von König und Dietrich (16); sie sind bei Bachmetjew (2) mitgeteilt.

Grafrath (Amper), Oberbayern: Kiefer, Lärche, Tanne. Garten innerhalb der Universitätsgebäude, München: Weißbuche. — In bodenkundlicher Hinsicht ist der Englische Garten mit Umgebung (Universitätsgebäude), München und der Forstliche Versuchsgarten in Grafrath (Amper) ein brauner, lehmiger Waldboden.[1])

Vorab sei bemerkt, daß zwei angesetzte Zuchten nicht bis zum natürlichen Ende (Faltertod) durchgeführt werden konnten; sie starben schon während des I. Stadiums aus. So sind die jungen Birkenblätter in der betreffenden Zucht von den Eiraupen gar nicht angerührt worden. In keinem Falle waren irgendwie Fraßspuren zu entdecken. Vermutlich hat dies an der zu harten Epidermis gelegen. Ältere Raupen aus einer Sonderzucht mit Fichte als Nahrung nahmen jedoch, wenn auch anscheinend nur notgedrungen, Birkenblätter an. Eine Wiedergabe der Ergebnisse lohnt nicht, da die Anzahl der Versuchstiere nur sehr gering gewesen ist. — An den Blattflächen der Weißbuche dagegen waren Spuren von Fraß zu sehen. Auch bei diesem Versuch sind alle Tiere vor der I. Häutung eingegangen. Die Frage, ob sie das Futter aus dem Grunde nicht weiter angenommen haben, weil es mit einer Schicht von Ablagerungen aus der Großstadtluft (Staub, Ruß) behaftet war, blieb ungeklärt.

Das übrige Pflanzenmaterial wurde in den einzelnen Zuchten mehr oder weniger gern angenommen.

4. Anzahl der Versuchstiere: Für jeden einzelnen Futterversuch sind zwei gleichlaufende Zuchten mit etwa je 50, zusammen etwa 100 Versuchstieren angesetzt worden.[2]) Die beiden ersten Larvenstufen befanden sich gewöhnlich in großen Hygrostatenschalen (je Schale etwa 50 Tiere). Im Vergleich zu Alis (1) Studien über den Lebensraum beim Schwammspinner (*P. dispar* L.) dürften hier die Zuchten durch die Raumverhältnisse nicht beeinflußt worden sein. Mit zunehmendem Wachstum wurden die Larven ständig aufgeteilt, bis in den großen Schalen 10—12 und in den mittleren höchstens 6 Raupen enthalten waren. Soweit wie möglich blieben die Tiere gleichen Alters für sich.

5. Versuchsbeginn: Für die Aufzucht der Nonnenraupen ist vor allem der Versuchsbeginn wichtig. Deshalb seien darüber einige Bemerkungen vorausgeschickt: Beim Frühansatz einer Zucht bekommen die geschlüpften Raupen frisch aufgebrochene Knospen als Nahrung, bei Spätansatz dagegen etwa 2—3 Wochen alte Blätter oder Maitriebe.[3]) Genau genommen sind nur solche Nahrungsversuche, bei denen Futter von gleicher Beschaffenheit verwendet wurde, miteinander vergleichbar.

In den in dieser Arbeit behandelten experimentellen Untersuchungen wurden die einzelnen Zuchten jeweils dann der freien Entwicklung überlassen, wenn auch im Freiland die gerade frischgetriebenen Knospen zu finden waren.[4]) Dabei ist eine zeitliche Verschiebung im Ansatz der Zuchten mit den genannten Nährpflanzen nicht zu vermeiden; denn die einzelnen Baumarten liefern für die Larve I zu ganz verschiedenen Zeiten die günstigste Nahrung. So treibt zum Beispiel Buche etwa zwei Wochen später aus als Fichte. Bei einem Versuchsbeginn mit Fichte zu dem Zeitpunkt, wo die Buchenknospen erst aufbrechen, haben die Maitriebe jedoch vermutlich bereits eine stoffliche und mechanische Änderung erfahren.

Beginn der Versuchsreihen:

1936: Weißbuche am 14. April, Birke, Apfel und Fichte am 24. April, Buche und Eiche am 5. Mai.

---

[1]) Siehe Bodenkarte Bayerns, 1:400000, mit Erläuterungen von Dr. F. Münchsdorfer.

[2]) Bezüglich der Fehlerquellen und ihrer Berücksichtigung vgl. Zwölfer (33).

[3]) In welchem Maße die chemische Zusammensetzung von Blattmaterial sich mit zunehmendem Alter ändern kann, beweisen die Substanzanalysen von Funaro, Verson und Quajat; siehe Bachmetjew (2) Bd. II, S. 708.

[4]) Maercks (22) hat in seiner Arbeit in dieser Hinsicht leider keine Angaben gemacht.

1937: Lärche und Erle am 20. April, Fichte am 30. April, Tanne am 14. Mai, Kiefer am 21. Mai.

Mit Rücksicht auf eine genaue Durchführung der Zuchten konnten keine weiteren Versuche, die das Verhalten der Nonnenraupen bei Fütterung mit älterem Nahrungsmaterial prüfen sollten, angesetzt werden.

6. Futterversorgung: Als Nahrung erhielten die Raupen nur ganz frische Blätter oder Triebe. Damit das Futtermaterial in den Zuchtschalen seine volle Turgeszenz behielt, wurde es auch während der Fütterung mit Wasser versorgt, und zwar derart, daß je ein kleines Zweigstück, von dem die Rinde am abgeschnittenen Ende des Stieles entfernt war, mit einem Korken in ein wassergefülltes Gläschen gesteckt wurde (Abb. 1). Auf diese Weise blieben die Blätter oder aufgebrochene Knospen in den Hygrostatenschalen hinreichend lang frisch (zwei Tage). Für ältere Maitriebe war eine Wasserversorgung nicht notwendig.

Täglich bis jeden zweiten Tag wurden die Larven frisch gefüttert. In den Zuchtgefäßen war stets reichlich Nahrung vorhanden.

Das I. Stadium an Fichte,[1]) Kiefer und Tanne erhielt nur frisch aufgebrochene Knospen. Zum leichteren Absuchen der kleinen Larven vom älteren Futter wurden die vorjährigen Nadeln abgeschnitten (Abb. 1). Die Larven II an Kiefer und Tanne bekamen Maitriebe mit Altnadeln. Von Fichte wurden erst im III. Stadium außer den jüngsten auch alte Nadeln geboten. Jedoch nur in wenigen Fällen fraßen die Raupen neben den Maitrieben auch die vorjährigen Nadeln. Selbst die Stadien vor der Verpuppung zogen die frischen Triebe den Altnadeln vor.

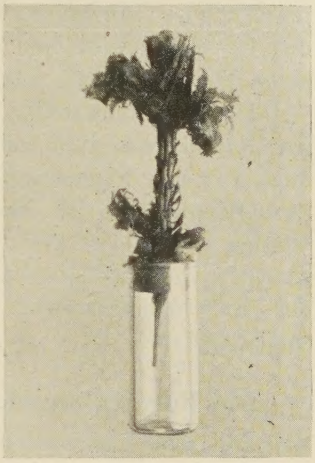


Abb. 1. Fraß der Larve I an aufgebrochener Fichtenknospe. Verkl.

7. Auswertung der Versuchsergebnisse: Die Versuchsergebnisse beruhen auf Beobachtungen innerhalb bestimmter Versuchsreihen mit einer größeren Anzahl von Tieren. Um nun daraus vergleichbare Werte, die auch das Verhalten der Mehrzahl der Versuchstiere wiedergeben,[2]) zu ermitteln, ist eine Berechnung von Mittelwert und Standardabweichung am Platze [vgl. Püttner (24)]. Das Verfahren ermöglicht eine zuverlässige Auswertung und Deutung zahlenmäßiger Beobachtungen. Die Berechnung der Daten für das vorliegende Kapitel erfolgte im übrigen nach dem bei Püttner angeführten abgekürzten Verfahren [vgl. auch Zwölfer (34) S. 337].

Zwischen den Mittelwerten und den Standardabweichungen zweier Versuchsreihen z. B. Lärche zu Erle oder Fichte zu Erle, wird erst dann ein „kennzeichnender Unterschied" hervortreten, wenn die „signifikante Differenz" aufgestellt ist [Püttner (24)]. Sie wurde für alle Versuchsreihen aus dem Quotienten:

$$k = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\mu_1^2 + \mu_2^2}}$$

gebildet. Nach Püttner besteht bei biologischen Beobachtungen eine „signifikante Differenz" mit Wahrscheinlichkeit bei einem k-Wert von 2,0, und sie nimmt von $k > 2$ weiterhin zu.

[1]) Erst wenn eine Knospe vollkommen aufgezehrt war (Abb. 1), begaben sich die Eiraupen auf das in der Nähe liegende frische Futter. Solange ihnen die Nahrung noch zusagte, ließen sie sich nicht dazu verleiten, vom älteren Futter, das im dunkleren Teile der Schale lag, zum Licht hin zu wandern, wo sich frische Triebe befanden. Gewöhnlich bewegen sich die Räupchen auf der Nahrungssuche zur Lichtseite hin.

[2]) In der Variationsbreite kommt dieses Verhalten nicht zum Ausdruck.

Erscheinungszeit der Eiraupe und Knospenentfaltung.

Für die Entwicklung einer Nonnenbevölkerung im Freiland ist vor allem eine Übereinstimmung der Erscheinungszeit der Eiraupen mit der Knospenentfaltung von Bedeutung [vgl. Zwölfer (33) S. 6]. Auf Grund der zeitlichen Verschiebung im Ansatz der Zuchten (s. S. 546 Versuchsbeginn) dürften bei Untersuchungen über den Nahrungseinfluß bei einigen der aufgezählten Versuchspflanzen unter Freilandbedingungen mehr oder weniger ungünstigere Ergebnisse zu erwarten sein als die vorliegenden; denn in den folgend dargestellten Zuchten wurde jeweils das geeignetste Futter einer Nährpflanze als Nahrung gereicht.

Das Zusammentreffen des Schlüpfens von Larve 1 mit dem Austreiben der Nährpflanzen wird wahrscheinlich ebenso wie vom Klima und Standort auch von den Eigenschaften der einzelnen Rassen abhängen. Von diesen Zusammenhängen ist bisher nur wenig Tatsachenmaterial bekannt geworden. Zwölfer (34) hat für das Jahr 1931 an Hand von Wellensteins Freilandbeobachtungen im Neustadter Revier die „Phänologie der Entwicklungsstufen" mit den entsprechenden Temperaturdaten zusammengefaßt.

Die Entwicklungsdauer bei verschiedenartiger Ernährung.

Die Entwicklungszeit der Versuchstiere ist bei durchlaufender Zucht entweder in der Form von Tabellen oder in Diagrammen dargestellt.

Die Temperaturunterschiede im Versuchsraum und auch die verschiedene Herkunft des Eimaterials gaben Veranlassung, die Versuchsergebnisse der Jahre 1936 und 1937 getrennt zu behandeln. Die Durchschnittswerte der Wärmedaten während der betreffenden Stadien sind unter jeder Pflanzenreihe vermerkt. In dem einen Falle, in welchem im gleichen Versuchsjahr innerhalb desselben Stadiums Wärmeunterschiede von 3° bis 5° C vorhanden waren, sind die Resultate in einer Tabelle, im anderen Falle, bei dem nahezu gleiche Wärme vorherrschte, in einem Diagramm aufgezeichnet. Es bedeuten:

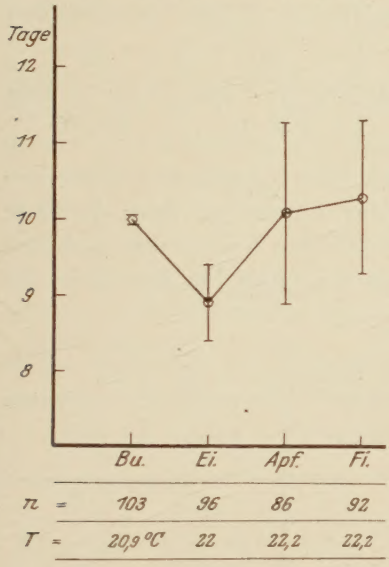
n = Anzahl der Versuchstiere,
$M + \mu$ = Mittelwert und Standardabweichung,
Gesamt = Durchschnitt aus den Versuchsreihen I + II,
T = Temperatur.

In den Abbildungen sind die Mittelwerte als Kreise und die Standardabweichungen durch ausgezogene Linien dargestellt.

Um die Tabellen nicht mit noch mehr Zahlengruppen zu belasten, wurden die Variationsbreiten nicht aufgenommen.

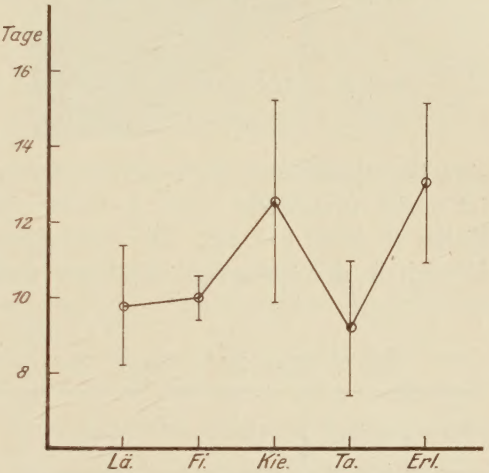
Die Entwicklungszeit der Larve I bei Ernährung mit Buche, Eiche, Apfel usw. ist in den Abbildungen 2 und 3 dargestellt. Sie zeigt in den meisten Versuchsreihen einen nahezu gleichmäßigen Verlauf. Die Larven I

an Buche häuteten sich sämtlich nach zehn, die an Kiefer und Erle in Abweichung von den übrigen Zuchten nach dreizehn Tagen. Eine „signifikante Differenz", deren Bedeutung auf Seite 547 klargelegt ist, tritt unter den beobachteten Werten nicht auf. An der Standardabweichung erkennt man in verschiedenen Einzelzuchten eine größere Streuung. Sie erfolgte wahrscheinlich außer durch die Veranlagung der Tiere zusätzlich durch den Nahrungseinfluß. Es ist also anzunehmen: Je enger sich die Häutungszeiten der Raupen einer Versuchsreihe um den Mittelwert gruppieren, um so mehr ist die Wirkung der Nährstoffe auf die Entwicklung der



n =	103	96	86	92
T =	20,9 °C	22	22,2	22,2

Abb. 2. 1936 Entwicklungszeit bis zur I. Häutung (= L_1).



n =	185	107	95	97	136
T =	20,3 °C	19,7	21,2	21	20,4

Abb. 3. 1937 Entwicklungszeit bis zur 1. Häutung (= L_1).

Versuchspopulation als einheitlich zu bezeichnen; ein verzögernder Faktor macht sich in einer größeren Standardabweichung bemerkbar (vgl. Zwölfer [34]).

In einem Sonderversuch wurde das Verhalten der Eiraupen gegenüber vorjährigen Fichtentrieben geprüft. Im allgemeinen wird die Ansicht vertreten, daß diese von der Larve I der Nonne nicht befressen werden (Knoche [15]). Diese Annahme bestätigte sich bei Schattennadeln als Nahrung nicht. Vielfach haben die Larven Nadelstücke herausgebissen und verzehrt (Abb. 3). Die kleinen Raupen waren anscheinend jedoch durch die kräftige Epidermis der Altnadeln in der Nahrungsaufnahme behindert. Von 116 Versuchstieren starben im I. Stadium 114 ab, zwei häuteten sich nach $24{,}0 \pm 2{,}0$ Tagen; ein Tier davon entlief, das andere ging nach einer Lebensdauer von 45 Tagen zugrunde, ohne das nächste Stadium zu erreichen. Die gebotenen Altnadeln reichten demnach keineswegs zur Weiterentwicklung aus. Vermutlich wird in diesem Fall der mechanische Einfluß größer gewesen sein als der der Nahrung.

Die Tabellen 1 und 2 bringen ein Bild der Entwicklungsdauer von Larve I + II. Die Anzahl der Versuchstiere hat entweder durch Tod oder durch Entfernung aus der Zucht abgenommen. Die beobachteten Werte

Tabelle 1.

1936. Entwicklungszeit bis zur II. Häutung ($= L_1 + L_2$).

Versuchsreihen		Buche	Eiche	Apfel	Fichte
I	n =	51	52	47	49
	M + μ =	14,4 ± 0,8 Tage	14,8 ± 1,2 Tage	13,3 ± 0,6 Tage	15,2 ± 1,4 Tage
II	n =	50	43	37	43
	M + μ =	14,8 ± 0,9 Tage	14,4 ± 1,6 Tage	15,5 ± 3,0 Tage	13,0 ± 0,1 Tage
Gesamt	n =	101	95	84	92
	M + μ =	14,6 ± 0,8 Tage	14,6 ± 1,5 Tage	14,2 ± 2,1 Tage	14,1 ± 1,6 Tage
		18,5° C	18,8° C	22,8° C	22,8° C

sind im allgemeinen noch gleichbedeutend. Eine „signifikante Differenz" ist nicht vorhanden. Die k-Werte lauten: Lärche zu Erle: k = 1,8; Fichte zu Erle: k = 1,5. Die Versuchsreihe Fichte besitzt den kleinsten Bereich in der Streuung. An Erle verläuft die Zucht bis zum Ende der

Tabelle 2.

1937. Entwicklungszeit bis zur II. Häutung ($= L_1 + L_2$).

Versuchsreihen		Lärche	Fichte	Kiefer	Tanne	Erle
I	n =	83	52	41	47	54
	M + μ =	14,2 ± 1,5 Tage	15,8 ± 0,9 Tage	16,1 ± 2,3 Tage	14,4 ± 2,2 Tage	20,3 ± 2,5 Tage
II	n =	70	55	34	47	52
	M + μ =	15,0 ± 1,7 Tage	16,0 ± 0,5 Tage	16,4 ± 2,9 Tage	14,3 ± 2,2 Tage	19,4 ± 2,2 Tage
Gesamt	n =	153	107	75	94	106
	M + μ =	14,6 ± 1,7 Tage	15,9 ± 0,7 Tage	16,2 ± 2,5 Tage	14,4 ± 2,2 Tage	19,9 ± 2,5 Tage
		20,0° C	20,5° C	23,7° C	21,3° C	19,6° C

Larve II, um fünf Tage langsamer als an Lärche. Die Wachstumszeit der Eiraupen an Kiefer war den anderen Versuchsreihen gegenüber um drei Tage verzögert, die der Larve II indessen nur um ein bis zwei Tage. Vermutlich hat die höhere Temperatur die Entwicklung im II. Stadium beschleunigt.

Die Tabellen 3 und 4 geben die Entwicklungszeit der Larven I + II + III wieder. Innerhalb der Aufzucht von 1936 stellten sich keine kennzeichnenden Abweichungen ein, dagegen erhält man in den Zuchten von 1937 von diesem Stadium ab eine „signifikante Differenz":

Tanne zu Erle: k = 2,7; Fichte zu Erle: k = 2,4; Lärche zu Erle: k = 2,2. Durchschnittlich ist die Entwicklungsdauer beim Erlenfutter im Gegensatz zu den „besser ernährten" Tieren um 6 bis 7 Tage verlängert. Die Standardabweichung scheint für die Jugendstadien mit Kiefer als Nahrung verhältnismäßig hoch, während die geringere Streuung in der Versuchsreihe Apfel II auf ein Absterben der Nachzügler an Polyeder zurückzuführen ist. Die erhöhte Temperatur in der Kiefernzucht hängt mit dem späten Versuchsbeginn zusammen (s. S. 546).

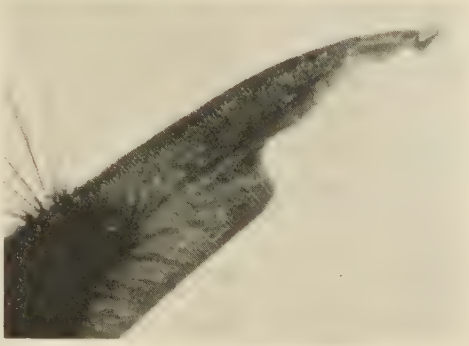


Abb. 4. Fraß der Larve I an Altnadeln von Fichte. Vergr.

In der Abbildung 5 und der Tabelle 5 sind die Ergebnisse bis

Tabelle 3.

1936. Entwicklungszeit bis zur III. Häutung (= $L_1 + L_2 + L_3$).

Versuchsreihen		Buche	Eiche	Apfel	Fichte
I	n =	41	51	46	49
	M + μ =	20,0 ± 1,4 Tage	21,4 ± 1,7 Tage	17,6 ± 1,1 Tage	20,7 ± 1,3 Tage
II	n =	47	43	33	43
	M + μ =	21,5 ± 1,5 Tage	21,7 ± 1,3 Tage	18,2 ± 1,2 Tage	17,7 ± 1,1 Tage
Gesamt	n =	88	94	79	92
	M + μ =	20,8 ± 1,7 Tage	21,5 ± 1,5 Tage	17,8 ± 1,2 Tage	19,3 ± 2,2 Tage
		17,0° C	17,3° C	22,5° C	22,2° C

Tabelle 4.

1937. Entwicklungszeit bis zur III. Häutung (= $L_1 + L_2 + L_3$).

Versuchsreihen		Lärche	Fichte	Kiefer	Tanne	Erle
I	n =	51	51	34	44	50
	M + μ =	20,3 ± 2,3 Tage	21,4 ± 1,1 Tage	21,2 ± 4,1 Tage	20,8 ± 2,1 Tage	27,5 ± 2,4 Tage
II	n =	57	55	32	47	51
	M + μ =	20,9 ± 1,9 Tage	21,6 ± 0,8 Tage	22,2 ± 4,9 Tage	20,6 ± 2,1 Tage	26,7 ± 1,9 Tage
Gesamt	n =	108	106	66	91	101
	M + μ =	20,6 ± 2,2 Tage	21,5 ± 1,0 Tage	21,7 ± 4,5 Tage	20,7 ± 1,1 Tage	27,1 ± 2,1 Tage
		19,8° C	21,2° C	25,9° C	21,5° C	20,9° C

zur IV. Häutung verzeichnet. Die Verschiedenheit zwischen den Beobachtungen an Apfel und Eiche (4 Tage) kann aus dem Temperaturunterschied während des letzten Stadiums gedeutet werden. Die Streuung an Kiefer nimmt weiterhin zu. Fichte behält auch im IV. Stadium noch eine minimale Standardabweichung.

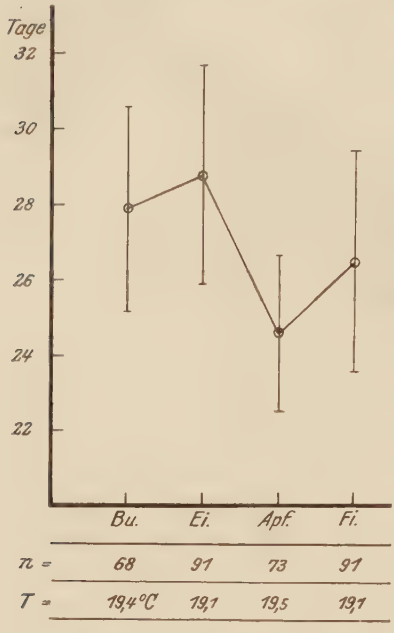


Abb. 5. 1936 Entwicklungszeit bis zur IV. Häutung (= $L_1 + L_2 + L_3 + L_4$).

Erwähnenswert ist die fast voll durchgehaltene Zahl der Larven an Erle, trotzdem sich diese Nahrung in der Entwicklungsdauer ungünstig ausgewirkt hat.

Im IV. Stadium beginnen die Versuchstiere an Tanne das Futter nicht mehr im üblichen Maße anzunehmen. Möglicherweise haben die von Grafrath (Amper) zugeschickten Zweige auf dem eintägigen Transport nach München und bei relativ hohen Außentemperaturen eine stoffliche Veränderung erfahren, so daß die Raupen nunmehr die Tannennadeln nur ungern fraßen. Die Wachstumszeit wird von der Larve IV ab wesentlich verlängert.

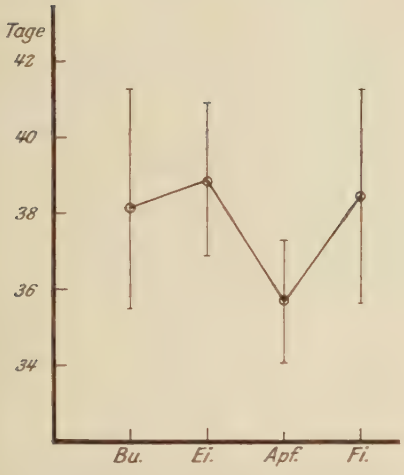
Als „signifikante Differenz" wurde berechnet: Fichte zu Erle: $k = 2{,}7$; Lärche zu Erle: $k = 2{,}4$; Fichte zu Tanne: $k = 2{,}4$; Lärche zu Tanne: $k = 2{,}1$.

Die Abbildungen 6 und 7 führen den Zeitabschnitt bis zur Puppe der Männchen in ihrer Gesamtheit vor Augen. Alle männlichen Raupen

Tabelle 5.

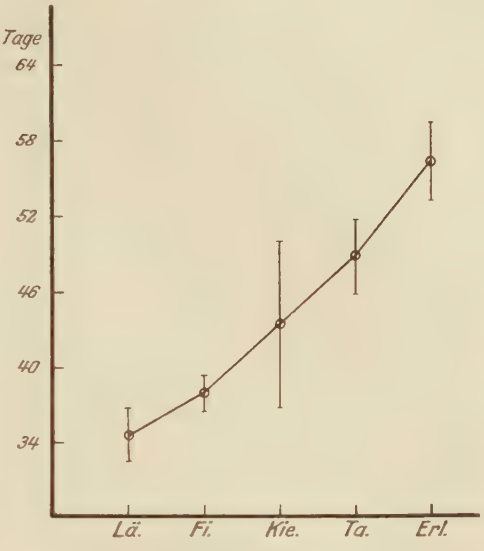
1937. Entwicklungszeit bis zur IV. Häutung (= $L_1 + L_2 + L_3 + L_4$).

Versuchsreihen		Lärche	Fichte	Kiefer	Tanne	Erle
I	n =	51	51	28	27	45
	M + μ =	26,4 ± 2,5 Tage	27,4 ± 1,2 Tage	28,2 ± 6,3 Tage	29,4 ± 4,1 Tage	37,0 ± 3,0 Tage
II	n =	56	55	30	38	49
	M + μ =	27,1 ± 2,4 Tage	27,3 ± 1,3 Tage	28,4 ± 5,3 Tage	32,1 ± 5,3 Tage	36,6 ± 3,2 Tage
Gesamt	n =	107	106	58	65	94
	M + μ =	26,7 ± 2,7 Tage	27,3 ± 1,2 Tage	28,3 ± 5,8 Tage	31,0 ± 5,1 Tage	36,8 ± 3,3 Tage
		21,1° C	21,3° C	21,2° C	25,1° C	21,1° C



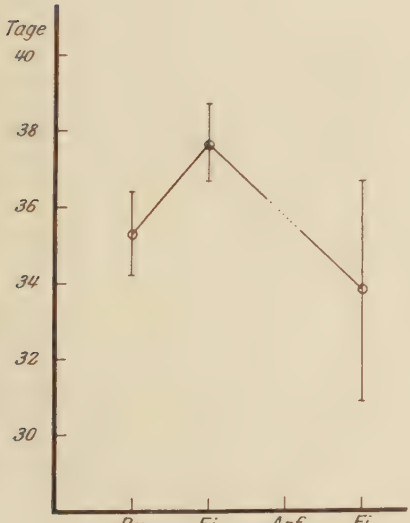
	Bu.	Ei.	Apf.	Fi.
n =	34	34	31	46
T =	18,4 °C	18,9	18	18

Abb. 6. 1936 Entwicklungszeit bis zur Puppe der Männchen (= $L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5$).



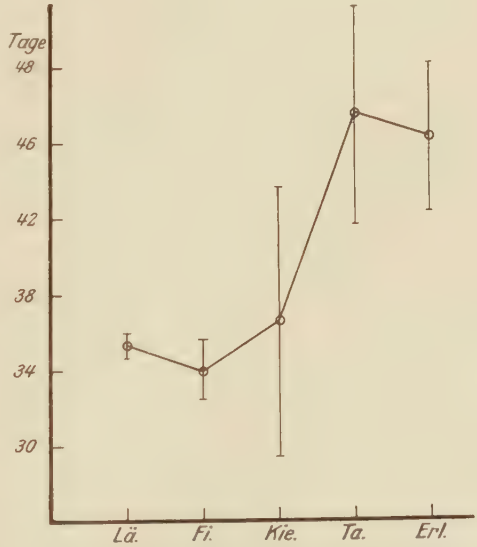
	Lä.	Fi.	Kie.	Ta.	Erl.
n =	52	64	17	3	5
T =	21,1 °C	22,8	21,7	21,0	23,2

Abb. 7. 1937 Entwicklungszeit bis zur Puppe der Männchen (= $L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5$).



	Bu.	Ei.	Apf.	Fi.
n =	6	6	–	26
T =	18,5 °C	18,5	–	17,4

Abb. 8. 1936 Entwicklungszeit bis zur V. Häutung (= $L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5$).



	Lä.	Fi.	Kie.	Ta.	Erl.
n =	4	37	32	14	42
T =	21,1 °C	21,5	21,1	21	22,4

Abb. 9. 1937 Entwicklungszeit bis zur V. Häutung (= $L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5$).

verpuppten sich als Larve V. — Die Nahrung hat die Zuchten von 1936 in keiner Weise beeinträchtigt. Die Larven des Apfelversuches sind in der Entwicklung um drei Tage schneller fortgeschritten als die Raupen an Buche, Eiche und Fichte.

Für die Reihen 1937 erkennt man bereits an der Abnahme der Anzahl der Versuchstiere einen ungünstigen Nahrungseinfluß. An Kiefer, Tanne und Erle ist ein großer Teil von ihnen abgestorben. Nach der Raupenzeit der Männchen sind die Larven des Erlenversuches den Artgenossen an Lärche gegenüber um 22 und an Fichte um 18 Tage in der Entwicklung zurückgeblieben. Die Mittelwerte von Kiefer und Lärche differieren um 9, von Kiefer und Fichte um 5 und von Lärche und Fichte um 4 Tage. Am schnellsten wachsen somit die männlichen Tiere am Lärchenfutter heran. Die „signifikante Differenz" erreicht vor der Verpuppung der Männchen die höchsten Werte: Lärche zu Erle: $k = 5{,}5$; Fichte zu Erle: $k = 5{,}0$; Lärche zu Tanne: $k = 3{,}6$; Fichte zu Tanne: $k = 3{,}0$.

In den Abbildungen 8 und 9 sind die Daten des Zeitraumes von der I. bis zur V. Häutung, also bis zum Ende des V. Stadiums der weiblichen Raupen dargestellt. Bei Apfel als Nahrung verpuppten sich bereits sämtliche Tiere als Larve V. Diese Erscheinung wird bei der Larve VI näher auseinandergesetzt. — Die Beobachtungsreihen Buche, Eiche und Fichte sind wie bisher einheitlich verlaufen. Im Jahre 1937 erhalten wir folgende „kennzeichenden Unterschiede": Fichte zu Erle: $k = 3{,}0$; Lärche zu Erle: $k = 2{,}9$; Fichte zu Tanne: $k = 2{,}2$; Lärche zu Tanne: $k = 2{,}0$.

Die Tabelle 6 und Abbildung 10 veranschaulichen die Ergebnisse bis zur Puppe der Weibchen; es sind lediglich diejenigen Weibchen verzeichnet, die eine V. Häutung vollzogen haben. Im VI. Stadium ist ein großer Prozentsatz bei Erlennahrung zugrunde gegangen. Eine „signifikante Differenz" besteht nur bei Fichte zu Erle: $k = 2{,}0$.

Tabelle 6.

1936. Entwicklungszeit bis zur Puppe der Weibchen ($= L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6$).

Versuchsreihen		Buche	Eiche	Apfel	Fichte
I	$n =$	2	1	—	16
	$M + \mu =$	43 Tage	45 Tage	—	$47{,}4 \pm 1{,}8$ Tage
II	$n =$	3	5	—	10
	$M + \mu =$	$44{,}7 \pm 0{,}5$ Tage	$46{,}4 \pm 1{,}4$ Tage	—	$44{,}6 \pm 2{,}4$ Tage
Gesamt	$n =$	5	6	—	26
	$M + \mu =$	$44{,}0 \pm 1{,}0$ Tage	$46{,}2 \pm 2{,}3$ Tage	—	$46{,}3 \pm 2{,}3$ Tage
		21,1° C	22,6° C	—	18,8° C

In diesem Stadium fällt insbesondere die verschieden große Anzahl der Versuchstiere in den einzelnen Zuchten auf. Diese Tatsache hängt damit zusammen, daß nur ein gewisser Teil der Weibchen sich fünfmal häutete. Im folgenden sind die Anteile der Larven VI am Gesamtweibchenbestand (Abb. 11 und 12) der einzelnen Versuchsreihen zusammengestellt:

Buche	Eiche	Apfel	Fichte
19%	11%	0%	58%

Lärche	Fichte	Kiefer	Tanne	Erle
4%	88%	100%	75%	100%

Aus diesem Befund kann man mit Wahrscheinlichkeit den Schluß ziehen, daß die Anzahl der Larvenstufen mehr

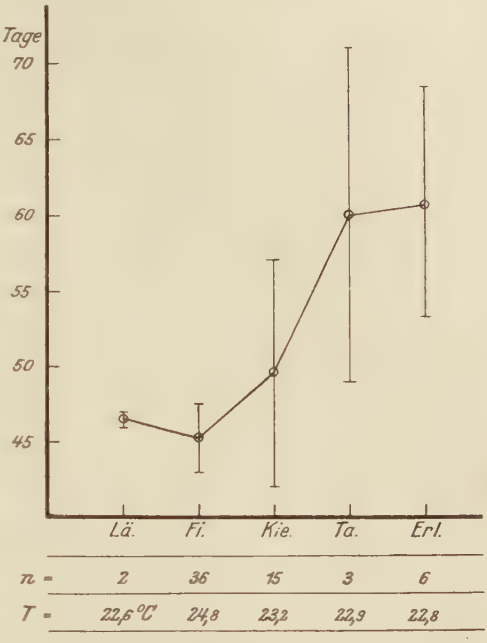


Abb. 10. 1937 Entwicklungszeit bis zur Puppe der Weibchen (= $L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6$).

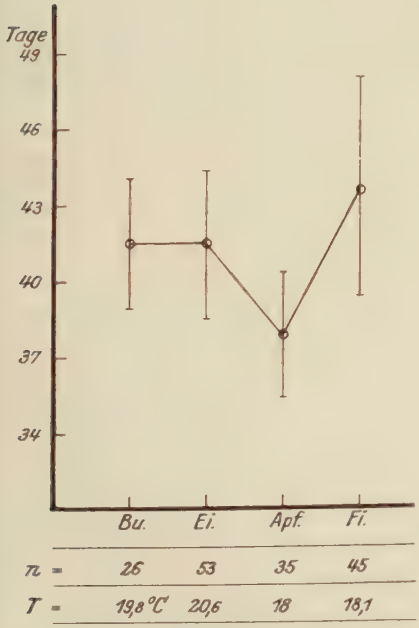


Abb. 11.
1936 Entwicklungszeit bis zur Puppe der Weibchen
(= $L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5$).
(= $L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6$).

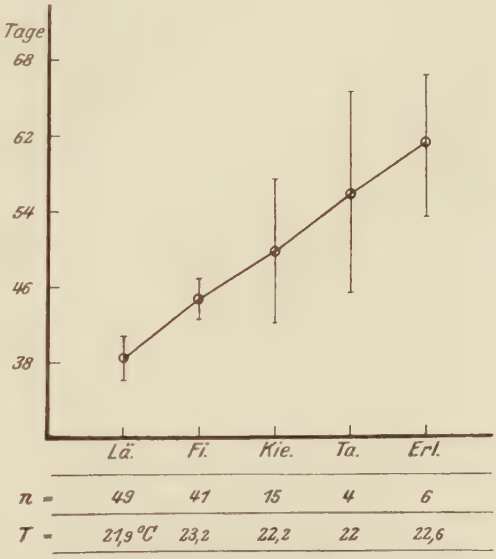


Abb. 12. 1937 Entwicklungszeit bis zur Puppe der Weibchen
(= $L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5$).
(= $L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6$).

oder weniger auch von der Qualität der Nahrung abhängig ist. So liefern möglicherweise die Apfelblätter den Raupen eine bessere Nahrung als etwa Fichte oder gar Kiefer oder Erle. Eine Verlängerung der Fraßperiode dürfte vermutlich der Nachkommenproduktion zugute kommen.

Besonders ist auch darauf hinzuweisen, daß der Anteil der Larve VI am Weibchenbestand in den beiden Fichtezuchten über 50% betrug. Ob sich hierin eine gewisse Regelmäßigkeit herausstellt, und ob diese Erscheinung genetisch zu erklären ist, bleibt den künftigen Untersuchungen vorbehalten. —

Die Abbildungen 11 und 12 bringen eine Übersicht über die Entwicklungszeit der weiblichen Raupen insgesamt; sie verpuppten sich als Larven V und VI. Diese Art der Darstellung ist notwendig, da erst nach einer getrennten Gesamtbehandlung der Geschlechter die Unterschiede in der Wachstumszeit der Männchen einerseits und der Weibchen andererseits hervortreten.

Von allen Reihen entwickeln sich die Versuchstiere bei Apfelnahrung am schnellsten. Vornehmlich dürfte dieser Verlauf durch die geringste Anzahl der Häutungen (s. S. 554) bedingt sein. Bei Fichte dagegen wird die Wachstumszeit infolge einer weiteren Häutung verlängert. Aus der Abbildung 11 ersieht man, daß Buche und Eiche in der Entwicklungszeit etwa die Mitte einnehmen. Dies stimmt auch ungefähr mit dem obigen Befund überein. — Innerhalb der Versuche von 1937 kann wahrscheinlich den Zuchten von Fichte, Kiefer, Tanne und Erle ebenfalls eine Verlängerung der Entwicklungsdauer durch eine größere Zahl von Häutungen zugesprochen werden.

k-Werte treten auf bei: Lärche zu Erle: $k = 2{,}9$; Fichte zu Erle: $k = 2{,}0$.

Tabelle 7.

1936. Entwicklungszeit bis zum Falterschlüpfen der Männchen ($= L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + P$).

Versuchsreihen		Buche	Eiche	Apfel	Fichte
I	n =	10	22	16	26
	M + μ =	47,2 ± 1,6 Tage	48,7 ± 1,6 Tage	49,6 ± 1,3 Tage	52,8 ± 1,7 Tage
II	n =	23	11	11	17
	M + μ =	48,4 ± 1,6 Tage	48,6 ± 1,5 Tage	51,0 ± 2,0 Tage	50,0 ± 0,9 Tage
Gesamt	n =	33	33	27	43
	M + μ =	48,1 ± 1,5 Tage	48,7 ± 1,6 Tage	50,1 ± 1,5 Tage	51,9 ± 2,0 Tage
		23,5 ° C	23,5 ° C	18.6 ° C	19,1 ° C

In allen Zuchten verpuppten sich die männlichen Raupen früher als die weiblichen. Eine „signifikante Differenz“ ist nur innerhalb der Versuchsreihe Fichte 1937 vorhanden: $k = 2{,}3$. Dieser Unterschied in der Entwicklungszeit beider Geschlechter im Fichteversuch scheint sogar ganz verständlich, wenn man bedenkt, daß 88% der weiblichen Larven ein VI. Stadium durchlaufen haben, die männlichen aber nicht. Bei Kiefer, Tanne und Erle als Nahrung ist die Standardabweichung zu groß, als daß ein „kennzeichnender Unterschied“ zutage treten könnte.

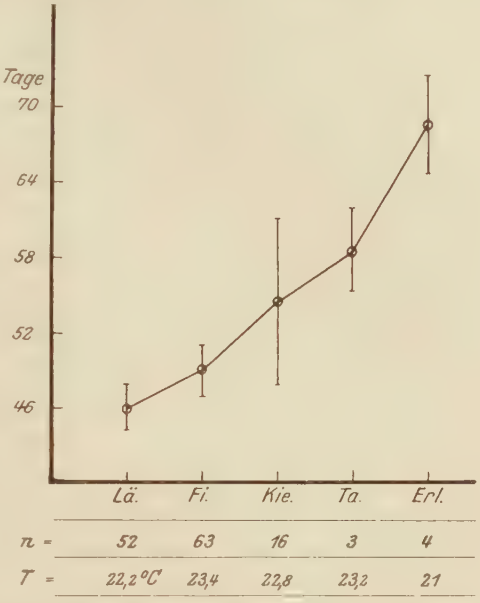


Abb. 13. 1937 Entwicklungszeit bis zum Falterschlüpfen der Männchen (= $L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + P_1$).

Über die Entwicklungszeit der Nonnenraupen bis zum Ausschlüpfen der männlichen Falter geben Tabelle 7 und Abbildung 13 Aufschluß. Während im Jahre 1936 sich keine nennenswerten Besonderheiten einstellen, führt der Nahrungseinfluß in den Versuchen des Jahres 1937 erhebliche Abweichungen herbei. Als „signifizierte Differenz“ wurde berechnet: Lärche

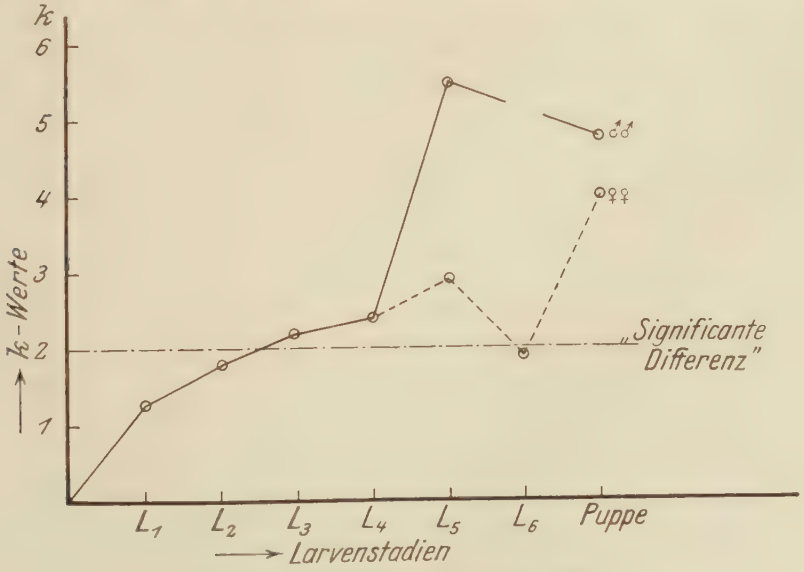


Abb. 14. k-Werte der Versuche Lärche zu Erle.

zu Erle: k = 4,8; Fichte zu Erle: k = 4,1; Lärche zu Tanne: k = 3,5; Fichte zu Tanne: k = 2,6.

In Abbildung 14 sind die k-Werte von Lärche zu Erle bis zum Ende des Puppenstadiums eingezeichnet. Die Kurve für die k-Werte von Fichte zu Erle ist aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht eingetragen; sie zeigt einen ähnlichen Verlauf. Die „kennzeichnenden Unterschiede" sind demnach unter den männlichen Versuchstieren größer als unter den weiblichen. Möglicherweise reagieren die Männchen empfindlicher auf den Nahrungsfaktor als die Weibchen.

Tabelle 8.

1936. Entwicklungszeit bis zum Falterschlüpfen der Weibchen ($= L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + P$), ($= L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6 + P$).

Versuchsreihen		Buche	Eiche	Apfel	Fichte
I	n =	7	26	18	22
	M + μ =	49,3 ± 1,3 Tage	49,8 ± 2,7 Tage	51,3 ± 1,9 Tage	56,1 ± 2,0 Tage
II	n =	19	27	14	23
	M + μ =	50,2 ± 2,0 Tage	50,9 ± 3,1 Tage	49,5 ± 1,9 Tage	53.3 ± 3,0 Tage
Gesamt	n =	26	53	32	45
	M + μ =	50,0 ± 1,9 Tage	50,4 ± 2,8 Tage	50,5 ± 2,1 Tage	54,6 ± 3,3 Tage
		24,1° C	24,6° C	18,9° C	21,2° C

Die Tabelle 8 und Abbildung 15 heben die Entwicklungszeit bis zum Falterschlüpfen der Weibchen hervor. Die Fichtezucht von 1936 dauert etwa 4 Tage länger als die mit Buche, Eiche oder Apfel als Nahrung. Der Grund, der diese verzögerte Entwicklungszeit veranlaßt haben kann, ist auf Seite 554 bereits klargelegt. Zudem wird wohl auch die etwas höhere Temperatur das Wachstum der Versuchstiere an Buche und Eiche beschleunigt haben.

In den Zuchten von 1937 besteht eine „signifikante Differenz" bei Lärche zu Erle: k = 4,0; Fichte zu Erle: k = 2,4; Lärche zu Fichte: k = 2,2.

Die weiblichen Falter schlüpfen durchweg später aus als die männlichen; nur in der Versuchsreihe Apfel erfolgt gleichzeitiges Erscheinen beider Geschlechter [vgl. auch Zwölfer (33)].

Der Entwicklungsabschnitt bis zum Falterschlüpfen der Männchen und Weibchen zusammen ist in der Tabelle 9 und Abbildung 16 eingetragen. Diese Daten sind als Endergebnisse aufzufassen. Die Anzahl der Versuchstiere ist zum Teil sehr stark zurückgegangen; an Fichte und Lärche sind die Verluste durch Tod oder Krankheiten am geringsten. Die empirischen Belege für das Jahr 1936 sind als gleichbedeutend zu betrachten. In keinem Fall ist eine „signifikante Differenz" festzustellen.

Tabelle 9.

1936. Entwicklungszeit bis zum Falterschlüpfen der Männchen und Weibchen.

Versuchsreihen		Buche	Eiche	Apfel	Fichte
I	n =	17	48	34	48
	M + μ =	48,1 ± 1,6 Tage	49,3 ± 2,3 Tage	50,5 ± 1,5 Tage	54,3 ± 3,0 Tage
II	n =	42	38	25	40
	M + μ =	49,2 ± 2,1 Tage	50,2 ± 3,1 Tage	50,2 ± 2,0 Tage	52,1 ± 2,8 Tage
Gesamt	n =	59	86	59	88
	M + μ =	48,9 ± 2,0 Tage	49,7 ± 2,5 Tage	50,3 ± 1,9 Tage	53,3 ± 3,1 Tage
		23,5° C	23,7° C	18,6° C	19,3° C

Aus den erwähnten Gründen scheint die Wachstumszeit an Fichte etwas verzögert zu sein. Der Einfluß der Temperaturschwankungen ist wohl aus dem Grunde nicht bedeutend gewesen, weil die täglich nur einmal notierten Temperaturdaten nicht den ganzen Tag über gleich geblieben sein dürften.

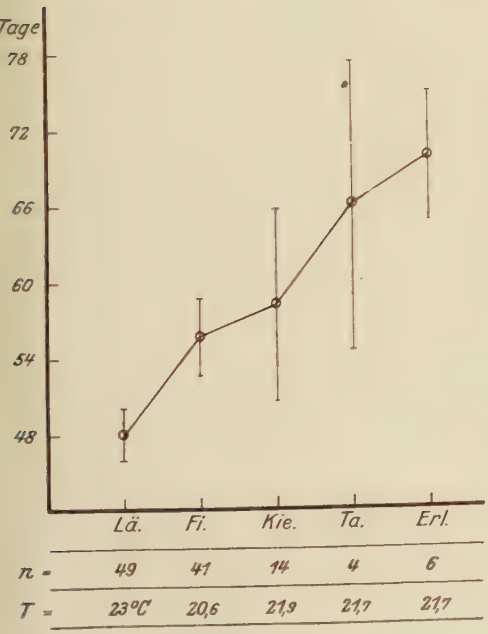


Abb. 15.
1937 Entwicklungszeit bis zum Falterschlüpfen der Weibchen (= $L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L + P$). (= $L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6 + P$).

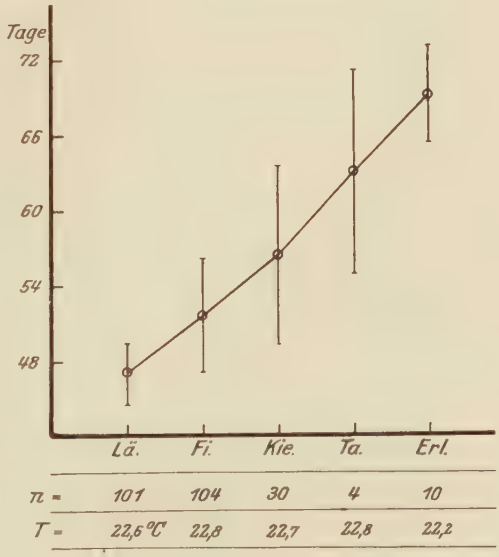


Abb. 16.
1937 Entwicklungszeit bis zum Falterschlüpfen der Männchen und Weibchen.

In den Zuchten von 1937 sind durch die Einwirkung der Nährpflanzen (Nahrungsqualität) in der Entwicklungsdauer große Unterschiede wahrnehmbar. Im Endergebnis beträgt die „signifikante Differenz“: Lärche zu Erle: $k = 4{,}8$; Fichte zu Erle: $k = 2{,}8$. Durch die Erlennahrung wird die Entwicklungszeit der Nonne weitgehend verlangsamt. Den anderen Versuchspflanzen gegenüber verzögert Erle das Wachstum, wenn auch durch den weiten Streubereich in manchen Zuchten (Kiefer und Tanne) die k-Werte unter 2,0 liegen. Zudem sind von diesen Tieren auch nur die kräftigsten bis zum Falterschlüpfen gelangt.

Die Zahlen der Tannenzucht sind mit den übrigen Versuchsreihen als Endergebnis nur mit Vorbehalt vergleichbar, da diese Tiere von der Larve IV ab infolge einer stofflichen Veränderung (s. S. 554) die Nadeln nur in geringem Maße annahmen und damit die Entwicklungsdauer wesentlich verlängerten.

Gesamtentwicklung: Die Zuchten beider Jahre sind von vornherein unter dem Gesichtspunkte der Gesamtentwicklung durchgeführt worden. Die bisher besprochenen Abbildungen sind maßstäblich verschieden ausgeführt. Es ist nun aber zweckmäßig, eine Übersicht über den Gesamtverlauf der einzelnen Versuchsreihen zu geben. So sind in der Abbildung 17 die aufeinanderfolgenden Larvenstufen sowie das Puppenstadium in einem Bilde zusammengefaßt. Die ausgezogenen Linien mit den Bezeichnungen L_1, L_2, L_3 usw. und die gestrichelten Linien ♂♂ und ♀♀ geben an, nach wieviel Tagen das Stadium im Mittel beendet war.

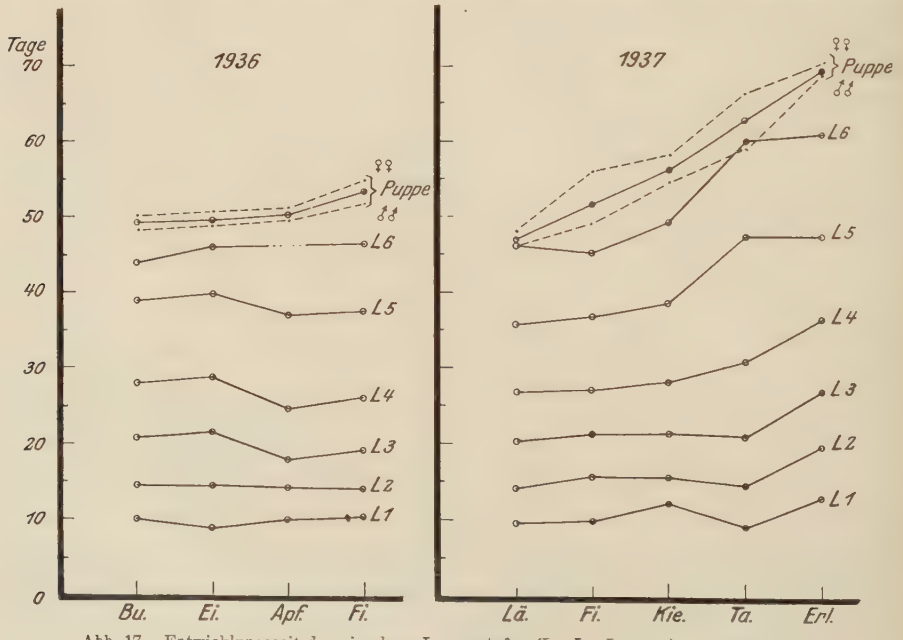


Abb. 17. Entwicklungszeit der einzelnen Larvenstufen (L_1, L_2, L_3 usw.) und der Puppe.

Zu dieser graphischen Darstellung muß noch bemerkt werden, daß bei der Durchführung der Versuche geringe Temperaturschwankungen im Versuchsraum unvermeidlich gewesen sind. Diese sind in einigen Fällen (bis zu 5° C) gewiß nicht ohne Einfluß auf die Entwicklungszeit geblieben. Jedoch können in der Abbildung 17, in der die Tage in stark verkleinertem Maßstabe dargestellt sind, die genannten Temperaturunterschiede unberücksichtigt bleiben, und zwar aus dem Grunde, weil die Entwicklungsdauer in den Stadien, denen eine etwas größere Wärmemenge zugeführt war, nur in geringem Maße beschleunigt wurde; bei verkleinertem Maßstabe wird dies Verhalten kaum zum Ausdruck kommen. Besonders gilt dies für die Betrachtungsweise, die zeigen soll, daß die Entwicklungsdauer bei Ernährung mit verschiedenen Pflanzen innerhalb des gleichen Stadiums für das Versuchsjahr 1936 eine Zeitspanne von 5 Tagen nicht überschreitet. Ferner sei an dieser Stelle noch darauf hingewiesen, daß Wärmeschwankungen die Entwicklungsdauer im allgemeinen beschleunigen, gleichbleibende Wärme aber verlangsamen. — Im ganzen gesehen kann man zu den vorliegenden Ergebnissen sagen, daß bei einer etwaigen Wiederholung der Versuche in einem Raum mit konstanter Temperatur — mir stand ein solcher nicht zur Verfügung — die beobachteten Werte nicht wesentlich anders ausfallen werden.

Die graphische Darstellung der einzelnen Entwicklungsstufen zeigt innerhalb einer Zeitspanne von 5 Tagen die Tendenz eines „waagerechten" Linienverlaufes. Daraus läßt sich schließen, daß die Buchen-, Eichen-, Apfel- und Fichtennahrung in ihrer Wirkung auf die Wachstumszeit der Qualität nach gleich war. — Die Kurven der Entwicklungsstadien 1937 verlaufen im Anfang noch nahezu „waagerecht", steigen aber bei Erlennahrung stets und im ganzen von der Larve IV ab stetig an. Im Endergebnis (Puppe) erreicht der Linienverlauf die größte Abweichung von der „waagerechten". Die Entwicklungsdauer der Nonne wird demzufolge merklich durch gewisse Nährpflanzen beeinflußt. Mit 47 Tagen ist die Gesamtentwicklungszeit bei Lärchenfütterung am kürzesten und mit 69 Tagen bei Erlennahrung am längsten.

Ein sehr anschauliches Bild von der Gesamtentwicklung entwirft der ununterbrochene Kurvenverlauf; es ist in der Abbildung 18 wiedergegeben.

In charakteristischer Weise passen sich die Einzelkurven von 1936 aneinander an, für 1937 hingegen erfolgt eine beträchtliche Streuung. Auch zu dieser Darstellung sei auf die obige Ausführung über die Temperaturschwankungen verwiesen.

Die Frage nach der Verschiedenheit der Versuchsergebnisse in den Jahren 1936 und 1937 kann etwa dahingehend beantwortet werden, daß der Gehalt an Nährstoffen in den einzelnen Fraßpflanzen unterschiedlich gewesen ist. Von allen Versuchsreihen war nur das Futtermaterial der Fichte mit einiger Sicherheit einheitlicher Natur (gleicher Standort, gleicher Versuchsbeginn). So sind auch die Fichteversuche trotz der verschiedenen Herkunft der Nonneneier fast gleichwertig. Die Mittelwerte differieren im Endergebnis nicht einmal um zwei Tage.

Zusammenfassend ist über die Entwicklungsdauer zu sagen, daß diese bei Ernährung mit einer bestimmten Gruppe von Fraßpflanzen [Nadel- und Laubholzarten (Lärche, Eiche,

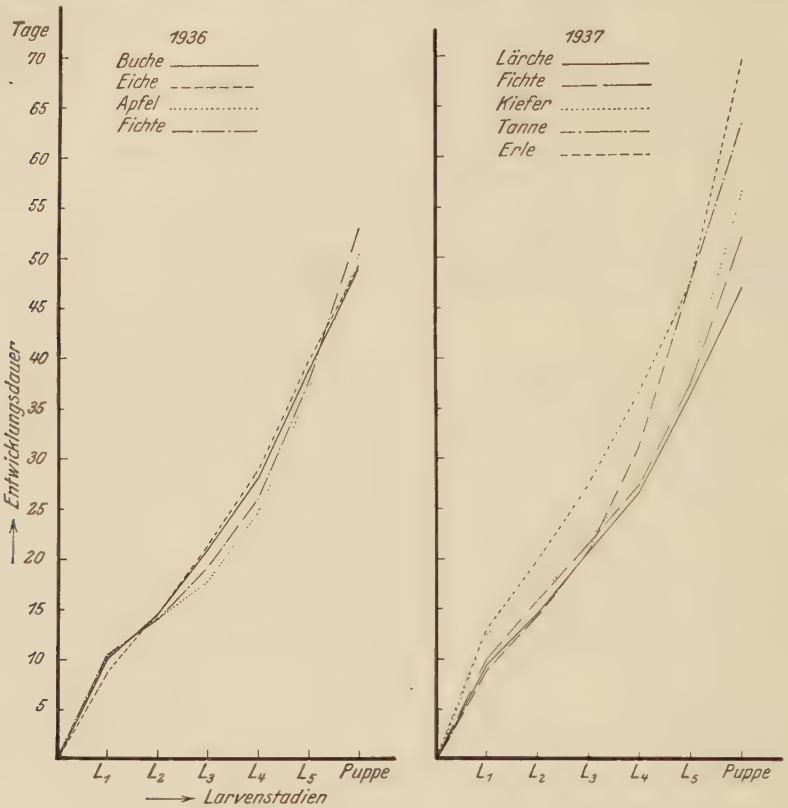


Abb. 18. Gesamtentwicklung.

Buche, Apfel und Fichte)] vergleichsweise kurz, bei Kiefer als Nahrung jedoch etwas verzögert ist. Die Erlennahrung verlangsamt die Entwicklung der Nonne im Gegensatz zu den übrigen Pflanzen um 2—3 Wochen.

Sterblichkeit durch Nahrungseinfluß.

In diesem Abschnitt wird die Frage behandelt, in welchem Grade die verschiedenen Nährpflanzen das Absterben der Raupen von *L. monacha* L. beeinflussen. Es ist offensichtlich, daß die Sterblichkeit, die durch den Nahrungsfaktor verursacht wird, aus mehreren Gründen herbeigeführt werden kann:

1. Aus der Veranlagung der Versuchsraupen, die Nahrung anzunehmen.
2. Durch einen mechanischen Einfluß, d. h. die Fähigkeit der Raupen ist mehr oder weniger groß, das Nahrungsmaterial zu zerkleinern.
3. Durch eine physiologische Einwirkung; sie wird durch die Nahrungsqualität bzw. durch die Futterbeschaffenheit bestimmt.

Bisher hat nur Maercks (22) in seiner Arbeit empirische Werte über den Nahrungseinfluß auf die Nonnensterblichkeit mitgeteilt. Es sind von ihm die Prozentteile der in den einzelnen Stadien abgestorbenen Raupen angegeben. Ebenso ist in dieser Abhandlung nur der Anteil der in den Zuchten zugrunde gegangenen Tiere ermittelt worden, während ein mechanischer Faktor (in bezug auf die Sterblichkeit) und die Veranlagung der Versuchstiere zur Nahrungsannahme sowie die physiologischen Ursachen nicht berücksichtigt wurden.

Wie bereits eingangs erwähnt wurde, kam in den vorliegenden Untersuchungen zweierlei Eimaterial zur Aufzucht. Da in beiden Versuchsjahren Polyeder-Krankheit auftrat, ist deren Sterblichkeit in der Gesamtmortalität mit einbezogen. Es soll damit festgestellt werden, in welchem Maße die einzelnen Zuchten von der Polyeder-Krankheit befallen wurden. Außer an dieser Krankheit sind nur wenige Tiere an Bakteriose eingegangen.

Einem mechanischen Faktor sind — mit Sicherheit ist das allerdings nicht zu sagen — die Versuchstiere an Birke zum Opfer gefallen. Durch welche Ursache die Raupen in der Weißbuchezucht zugrunde gegangen sind, läßt sich nicht entscheiden.

Die Tabellen 10 und 11 geben eine Übersicht über die in den Larvenstufen beobachtete Sterblichkeit.

Tabelle 10.

Sterblichkeit in den einzelnen Stadien.

1936	Buche %	Eiche %	Apfel %	Fichte %
L_1	—	—	—	2,1
L_2	1,0	—	—	—
L_3	8,3	—	1,2	—
L_4	5,6	—	—	—
L_5	—	—	—	—
L_6	—	—	—	—
Puppe . . .	—	—	—	—

Tabelle 11.

Sterblichkeit in den einzelnen Stadien.

1937	Lärche %	Fichte %	Kiefer %	Tanne %	Erle %
L_1	1,1	—	12,6	1,0	2,7
L_2	—	—	20,2	2,2	—
L_3	—	—	10,8	—	—
L_4	—	—	6,4	27,0	2,1
L_5	—	0,9	2,0	71,0	47,0
L_6	—	—	16,6	78,0	85,7
Puppe . . .	—	—	—	—	10,0

Schlußfolgerung aus den tabellarischen Ergebnissen:

Im Jahre 1936 stellte sich nur eine geringe Mortalität ein. Die größte Anzahl Raupen starb bei Buchennahrung im III. und IV. Stadium.

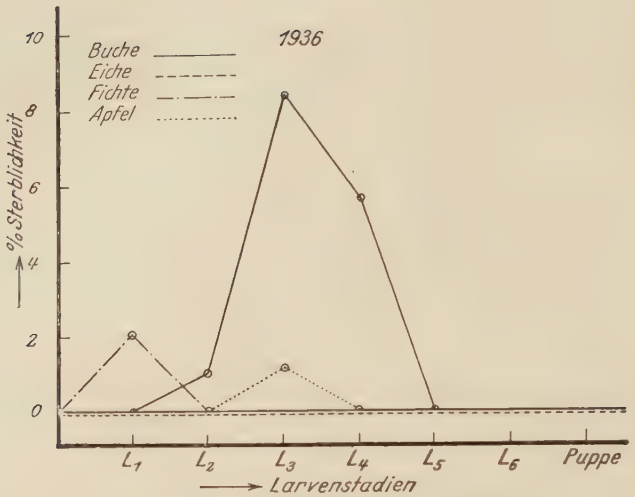


Abb. 19. 1936 Sterblichkeit in den einzelnen Stadien.

Die übrigen Versuchsreihen sind gar nicht oder nur minimal durch Ausfall von Versuchstieren beeinträchtigt worden. — Von den Zuchten 1937 ist zu sagen, daß die Sterblichkeit bei Lärche und Fichte als Nahrung

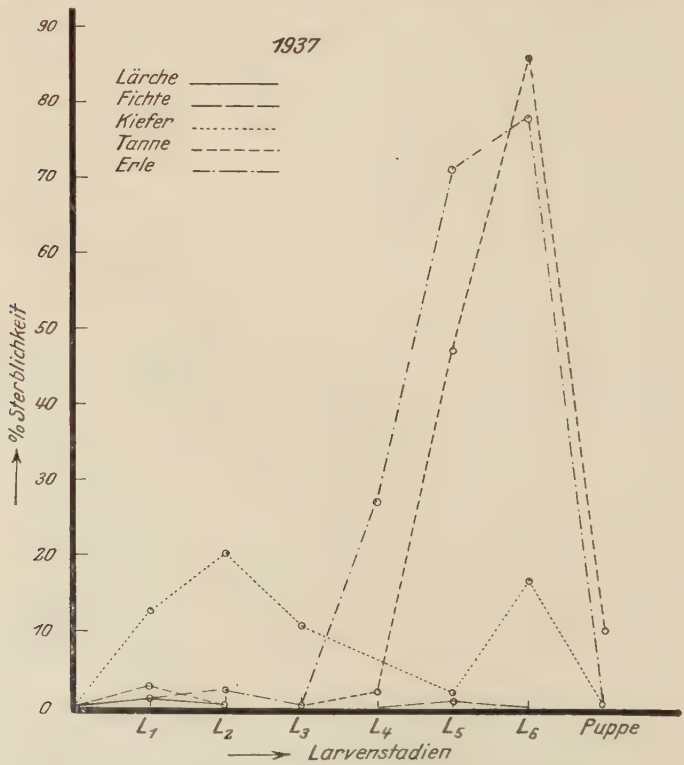
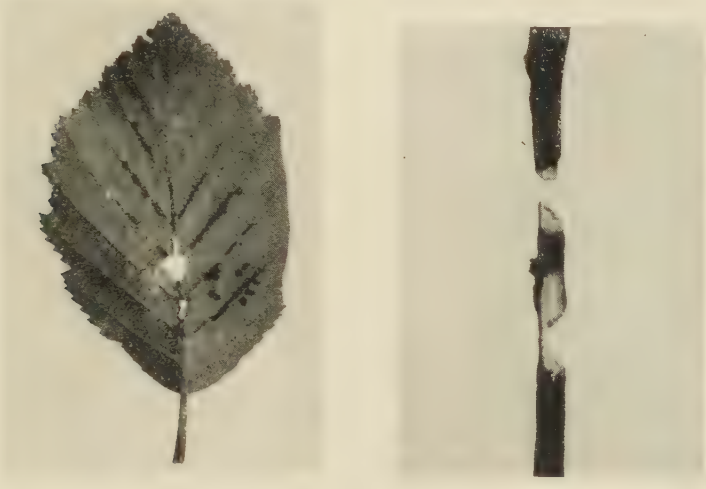


Abb. 20. 1937 Sterblichkeit in den einzelnen Stadien.

sehr gering blieb, bei Kiefer, Tanne und Erle dagegen einen großen Umfang annahm. Allerdings dürfte diese bei Ernährung mit Tanne aus dem früher erwähnten Grunde (s. S. 554) erhöht worden sein. Die Kiefernzucht erfuhr in den Jugendstadien einen nicht geringen Abgang an Larven durch Tod; inwieweit hier eine mechanische Ursache mitspielt, bleibt späteren Untersuchungen vorbehalten.

In der Versuchsreihe Tanne nahm die Sterblichkeit, ausgenommen das III. Stadium, in jeder Entwicklungsstufe bis zur Verpuppung ständig zu. Vermutlich lieferten die Tannennadeln nicht mehr die notwendige Nahrungsmenge, um für die Mehrzahl der Raupen die Weiterentwicklung zu er-



a *b*

Abb. 21. Raupenfraß (L_3, L_4, L_6) an Blattrippen *(a)*, (L_5) am Zweig *(b)* von Erle. *a* etwa 1 : 1, *b* vergr.

möglichen. — Bei Erle als Nahrung stieg die Sterblichkeit erst im V. und VI. Stadium ganz erheblich an. Bei diesem Befund liegt die Vermutung nahe, daß das Erlenblatt den Larven V und VI, deren Nahrungsbedarf besonders groß ist, nur eine geringe Nährmenge bot und somit die Fortentwicklung stark einschränkte. Eine gewisse Bestätigung erfährt diese Vermutung durch folgende Beobachtung: Die Larven IV suchten weniger in der Blattsubstanz als vielmehr in den Blattrippen, Stielen, der Rinde oder im Holzteil (Abb. 21 a u. b) die Nahrungsstoffe. Verschiedentlich wurde auch die Stoffbespannung der Schalen durchnagt.

Wird Thienemanns (28) Minimumregel auf die vorliegende Erscheinung angewendet, so ist die „Empfindlichkeit" der Altraupen gegenüber Erlennahrung besonders groß. Das Altraupenstadium wäre somit in bezug auf den Nahrungsfaktor ein „kritisches Stadium" (im Sinne Zwölfers 33). Offenbar ist in der Erlennahrung irgendein „Stoff" im Minimum vor-

handen, der bei gleichen anderen Umweltbedingungen die Entwicklung der Nonnenraupen wesentlich beeinflußt. Welche Substanzen, die dem Erlenblatt möglicherweise fehlen können, die Altraupen zu ihrer Entwicklung benötigen, ist nicht bekannt. Wie sich im „kritischen Stadium" ein Futterwechsel zu einer günstigen Nährpflanze auf die Entwicklung auswirkt, werden spätere Untersuchungen zu zeigen haben.

In diesem Zusammenhang sind folgende Fragen von großem theoretischen Interesse:

1. Können poikilotherme Arten, die sich hinsichtlich der Ernährung im „kritischen Stadium" befinden, ihre Entwicklungszeit überschreiten, um für eine gesteigerte Nachkommenerzeugung zu sorgen, oder wird die Fraßtätigkeit erhöht?
2. Wie verhält sich die Fraßtätigkeit solcher Tiere, die stets mit guter Nahrung gefüttert werden, zu der anderer Tiere, die erst im „kritischen Stadium" ausreichende Nahrung erhalten?

Gesamtsterblichkeit: Die Mortalität jeder gesamten Versuchsreihe bis zum Falterschlüpfen und die Gesamtmortalität (Mortalität + Polyedermortalität) sind in der Tabelle 12 und Abbildung 22 zusammengefaßt.

Tabelle 12.

Mortalität jeder gesamten Versuchsreihe = Mo.
Gesamtmortalität (Mortalität + Polyedermortalität) = Ges.-Mo.

1936	Buche %	Eiche %	Apfel %	Fichte %	1937	Lärche %	Fichte %	Kiefer %	Tanne %	Erle %
Mortalität	18,1	0	1,7	2,2	Mortalität	1,9	1,0	61,0	92,3	89,6
Gesamt-Mortalität	30,7	5,5	25,3	3,3	Gesamt Mortalität	2,9	1,0	67,0	92,3	89,6

In der Erlen-, Tannen- und Kiefernzucht war die Sterblichkeitsziffer mit über 50% am höchsten. An Buche starb knapp ein Fünftel der Versuchstiere, und für Eiche, Apfel, Fichte und Lärche als Nahrung zeigte sich keine irgendwie bedeutende Schädigung der Zuchten durch Tod. Wird die Gesamtmortalität zur Beurteilung der Lebensbedingungen von *L. monacha* bei verschiedenartiger Ernährung mit herangezogen, so ergibt sich für Fichte die geringste Sterblichkeit überhaupt; es folgen dann Lärche und Eiche. An Apfel sind etwa ein Viertel, an Buche ein Drittel und an Kiefer sogar zwei Drittel der Versuchstiere zugrunde gegangen. An Tanne und Erle blieb nur ungefähr der zehnte Teil des Ausgangsmaterials am Leben.

Abschließend kann aus der Gesamtmortalität gefolgert werden: Für die Nonne sind die Lebensbedingungen an Fichte und Lärche besonders günstig; die Raupen waren bei dieser Fütterung sehr kräftig und widerstandsfähig, und die Zuchten selbst er-

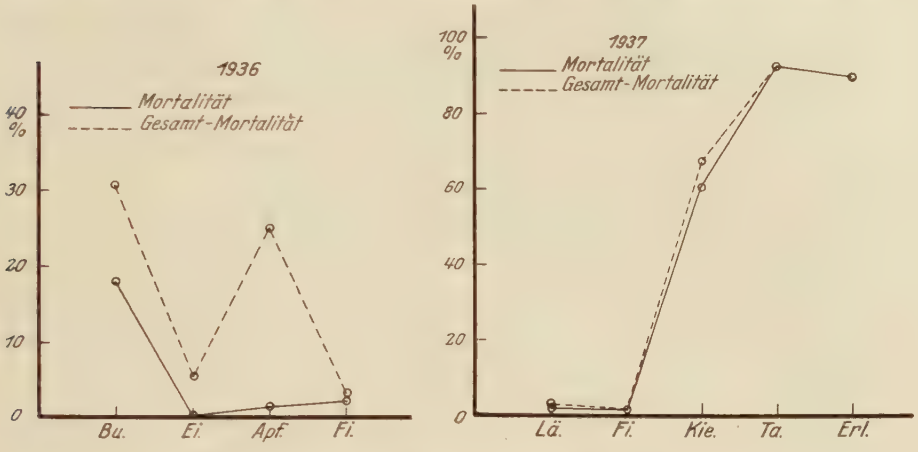


Abb. 22. *a* 1936, *b* 1937. Vgl. Text zu Tabelle 12.

litten durch die Polyeder-Krankheit nur zu einem verschwindend kleinen Teil (etwa 1%) Ausfälle. Dann schließen sich Eiche, Apfel und Buche an. Kiefern-, Tannen-[1]) und Erlennahrung erwies sich auf Grund der Sterblichkeit für die Nonne weniger günstig.

Nachkommenerzeugung und Nahrungsfaktor.

Über den Nahrungseinfluß auf die Nachkommenerzeugung der Nonne sind bislang noch keine Untersuchungen durchgeführt worden. Es ist im Verlaufe der Zuchten vielfach beobachtet worden, daß die Größe der Raupen stark von den gebotenen Nährpflanzen abhängig ist. Wegen der geringen Anzahl von Messungen muß jedoch darauf verzichtet werden, einzelne Werte wiederzugeben. Die Größenunterschiede zwischen den stärksten Exemplaren, jeweils Larve VI, an Lärche und Erle sind der Abbildung 23 zu entnehmen.

Im folgenden wird die Nachkommenproduktion mit den Beziehungen zu den Puppengewichten, der Eizahl und dem Geschlechterverhält-

a *b*

Abb. 23. Nonnenraupen (L_6) bei Fütterung mit Lärche *(a)* und mit Erle *(b)*. 1 : 1.

[1]) Siehe S. 554.

nis erläutert. Bei der [Ermittlung der empirischen Daten wurden [wie bei Zwölfer (33)] die Puppen am Tage der Verpuppung gewogen und nach dem Absterben der Falter die abgelegten und nicht abgelegten Eier im weiblichen Abdomen ausgezählt.

Puppengewichte: Die Puppengewichte der Männchen sind in den Tabellen 13 und 14 zusammengefaßt. Es sind sowohl die Standardabweichung wie auch die Variationsbreite (Maximum und Minimum) eingesetzt.

Tabelle 13.

1936. Männliches Puppengewicht.

Versuchsreihen	Buche	Eiche	Apfel	Fichte
n	33	43	30	43
$M + \mu$	384 ± 54 mg	410 ± 49 mg	445 ± 41 mg	416 ± 39 mg
Maximum . . .	505 mg	509 mg	524 mg	511 mg
Minimum . . .	294 mg	335 mg	320 mg	354 mg

Tabelle 14.

1937. Männliches Puppengewicht.

Versuchsreihen	Lärche	Fichte	Kiefer	Tanne	Erle
n	52	63	17	3	5
$M + \mu$	386 ± 50 mg	384 ± 44 mg	276 ± 53 mg	125 ± 13 mg	162 ± 23 mg
Maximum . . .	483 mg	431 mg	397 mg	135 mg	197 mg
Minimum . . .	288 mg	300 mg	212 mg	110 mg	123 mg

Zufolge dieser Ergebnisse liegen 1936 die Mittelwerte der männlichen Puppengewichte bei Fütterung mit Eiche, Apfel und Fichte oberhalb der 400 mg-Grenze, in der Beobachtungsreihe Buche wird sie jedoch nicht ganz erreicht. Die Standardabweichung und Variationsbreite zeigen in allen Zuchten eine ungefähr gleichbleibende Streuung.

Das Versuchsjahr 1937 lieferte stark voneinander abweichende Ergebnisse. Bei Lärchen- und Fichtennahrung haben die Puppen ein relativ hohes Gewicht, bei Kiefer ein mittleres und bei Tanne und Erle nur ein minimales erlangt. Die Streuung in der Tannen- und Erlenzucht ist vergleichsweise sehr gering. Eine „signifikante Differenz" tritt auf bei: Fichte zu Tanne: $k = 5{,}6$; Lärche zu Tanne: $k = 5{,}0$; Fichte zu Erle; $k = 4{,}4$; Lärche zu Erle: $k = 4{,}1$; Kiefer zu Tanne: $k = 2{,}7$; Kiefer zu Erle: $k = 2{,}0$.

In den Tabellen 15 und 16 sind die weiblichen Puppengewichte eingetragen. Von den Versuchen 1936 besitzen die Puppen bei Eiche, Apfel und Fichte als Nahrung die Höchstwerte, bei Buchenfutter fällt dagegen

Tabelle 15.
1936. Weibliches Puppengewicht.

Versuchsreihen	Buche	Eiche	Apfel	Fichte
n	25	52	31	44
M + μ	647 ± 92 mg	729 ± 86 mg	774 ± 105 mg	711 ± 99 mg
Maximum . . .	850 mg	913 mg	984 mg	960 mg
Minimum . . .	484 mg	556 mg	552 mg	506 mg

Tabelle 16.
1937. Weibliches Puppengewicht.

Versuchsreihen	Lärche	Fichte	Kiefer	Tanne	Erle
n	49	40	14	4	6
M + μ	734 ± 83 mg	699 ± 90 mg	562 ± 161 mg	381 ± 112 mg	373 ± 131 mg
Maximum . . .	886 mg	900 mg	880 mg	473 mg	643 mg
Minimum . . .	547 mg	542 mg	316 mg	202 mg	256 mg

das Gewicht geringer aus. Standardabweichung und Variationsbreite bleiben auch hier in einem fast gleich großen Streuungsbereich. In den Versuchsreihen von 1937 nimmt das Puppengewicht von Lärche über Fichte und Kiefer zur Tanne und Erle stark ab. Die Standardabweichung und Variationsbreite sind bei Tanne und Erle den anderen Beobachtungsreihen gegenüber um ein bedeutendes Maß größer, während die Streuung des männlichen Puppengewichtes bei gleicher Nährpflanze wesentlich

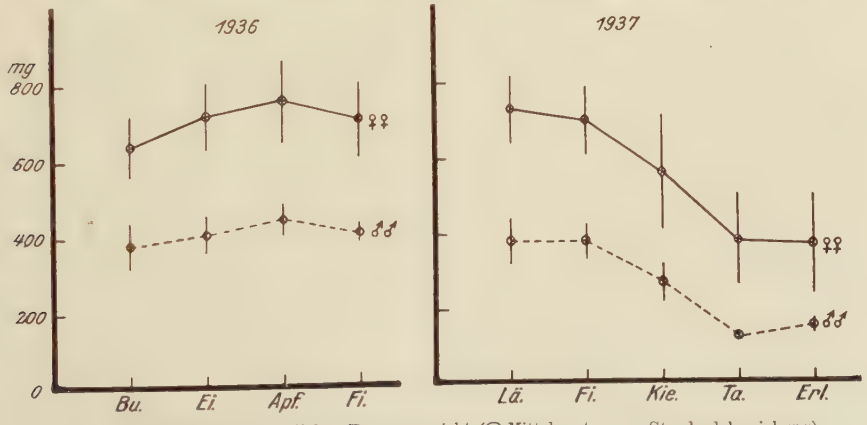


Abb. 24. Männliches und weibliches Puppengewicht (○ Mittelwert, —— Standardabweichung).

kleiner ist. Die „signifikante Differenz“ unter den Werten beträgt: Lärche zu Tanne: k = 2,5; Lärche zu Erle: k = 2,3; Fichte zu Tanne: k = 2,2; Fichte zu Erle: k = 2,0.

Zwölfer (33) erhielt bei seinen Zuchten mit Fichte in der betreffenden Temperaturstufe bei beiden Geschlechtern niedere Mittelwerte. Die Variationsbreite ist ebenfalls entsprechend verlagert. Diese Unterschiede beruhen aller Wahrscheinlichkeit nach auf Veranlagungen im Versuchsmaterial.

In der Abbildung 24 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der Puppengewichte beider Versuchsjahre dargestellt. Die Kurven für Männchen und Weibchen verlaufen fast gleichmäßig. Es ist demnach anzunehmen, daß beide Geschlechter bei gleicher Ernährung im Hinblick auf das Puppengewicht gleich reagieren. Der Temperaturfaktor scheint in dieser Hinsicht entgegengesetzt zu wirken (Zwölfer 33).

Eizahl: Gleichlaufend den Puppengewichten ändert sich auch die Eizahl bei Ernährung mit verschiedenen Pflanzen.

In den Tabellen 17 und 18 sind die Mittelwerte, Standardabweichung und Variationsbreite der legereifen Eier niedergelegt.

Tabelle 17.

1936. Eierzeugung der Weibchen. (Legereife Eier = lg. Ei.)

Versuchsreihen	Buche	Eiche	Apfel	Fichte
n	25	52	31	44
$M + \mu$	227 ± 58 lg. Ei.	269 ± 41 lg. Ei.	238 ± 47 lg. Ei.	211 ± 43 lg. Ei.
Maximum . . .	344 lg. Ei.	374 lg. Ei.	328 lg. Ei.	330 lg. Ei.
Minimum . . .	77 „ „	178 „ „	0 „ „	129 „ „

Tabelle 18.

1937. Eierzeugung der Weibchen. (Legereife Eier = lg. Ei.)

Versuchsreihen	Lärche	Fichte	Kiefer	Tanne	Erle
n . .	49	40	14	4	6
$M + \mu$ . .	261 ± 36 lg. Ei.	195 ± 37 lg. Ei.	160 ± 81 lg. Ei.	86 ± 54 lg. Ei.	68 ± 67 lg. Ei.
Maximum .	331 lg. Ei.	318 lg. Ei.	359 lg. Ei.	137 lg. Ei.	191 lg. Ei.
Minimum .	184 „ „	114 „ „	0 „ „	0 „ „	0 „ „

Aus den Tabellen folgt: Die größte Anzahl an Nachkommen erzeugten die Weibchen bei Eichen- und Lärchenfütterung. Bei Buche, Apfel und Fichte 1936 betrug die Eizahl noch über 200. Die Nachkommenschaft der Beobachtungsreihen Fichte 1937, Kiefer und Tanne fiel sprunghaft zur Erle ab. Die Variationsbreite war in der Apfel- und Kiefernzucht vergleichsweise sehr groß. In den Versuchsreihen Apfel, Kiefer, Tanne und Erle befand sich je ein steriles Weibchen.

Folgende „kennzeichnende Unterschiede“ wurden berechnet: Lärche zu Tanne: k = 2,7; Lärche zu Erle: k = 2,5. Für die k-Werte ist bemerkenswert, daß sie nicht annähernd mit den Ergebnissen des weiblichen Puppengewichtes übereinstimmen, was eigentlich zu erwarten wäre. Im übrigen sei hier nochmals an die Resultate von Zwölfer (33) mit Fichte erinnert; er faßt sie mit Vorbehalt dahin zusammen, daß „die Zahl 150 als Näherungswert der absoluten Eizahl anzusehen ist“. Auch hierin tritt eine verschiedene Veranlagung der Versuchstiere deutlich in Erscheinung.

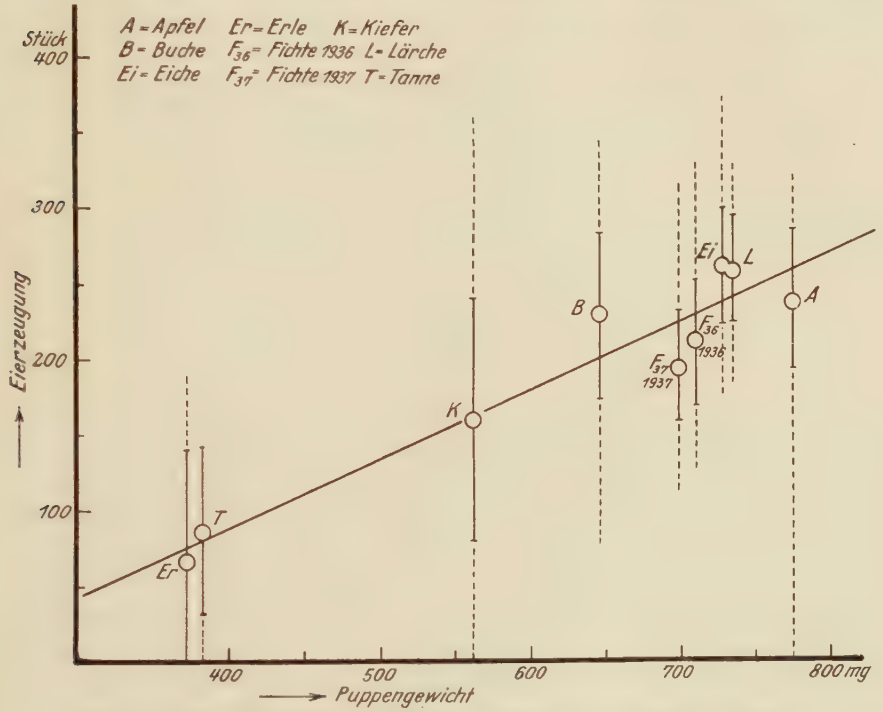


Abb. 25. Relation Puppengewicht — Eizahl bei Ernährung mit verschiedenen Pflanzen.

In den Untersuchungen über den Nahrungseinfluß auf die Nonne läßt sich ebenso wie in der Abhängigkeit von der Temperatur eine Beziehung zwischen Puppengewicht und Eizahl erkennen. Diese Relation ist in der Abbildung 25 an Hand der Mittelwerte eingetragen. Von der Eierzeugung sind die Standardabweichungen durch ausgezogene Linien (———) und die Variationsbreiten durch gestrichelte Linien (-----) kenntlich gemacht.

Die Eizahl der beiden Fichteversuche und der Apfelzucht ist entsprechend ihrem Puppengewicht, wie aus der Abbildung 25 zu ersehen, etwas geringer ausgefallen, bei Buche, Eiche und Lärche dagegen höher. Vermutlich hängt die Eierzeugung außer von der individuellen Veranlagung auch noch von der Nahrungsqualität ab.

Tabelle 19.
Geschlechterverhältnis.

1936	Buche	Eiche	Apfel	Fichte
Geschlechterverhältnis ♂♂ : ♀♀	33 : 27	34 : 53	30 : 35	43 : 45
Prozentanteil ♂♂	55,00	39,10	46,20	48,90
Prozentanteil ♀♀	45,00	60,90	53,80	51,10
Sexualindex	0,45	0,61	0,54	0,51

Tabelle 20.
Geschlechterverhältnis.

1937	Lärche	Fichte	Kiefer	Tanne	Erle
Geschlechterverhältnis ♂♂ : ♀♀	52 : 49	63 : 41	17 : 15	3 : 4	5 : 6
Prozentanteil ♂♂	51,50	60,60	53,10	42,90	45,50
Prozentanteil ♀♀	48,50	39,40	46,90	57,10	54,50
Sexualindex	0,49	0,39	0,47	0,57	0,55

Geschlechterverhältnis: Aus dem in den Tabellen 19 und 20 wiedergegebenen Geschlechterverhältnis der Versuchsjahre 1936 und 1937 läßt sich durchaus keine Einwirkung der Nahrungsqualität auf den Sexualindex erkennen. In den Zuchten Eiche und Fichte 1937, in denen die Abweichung des Sexualindexes vom Idealfall 0,5 am weitesten geht, ist infolge der geringen Sterblichkeit keine Verschiebung des Geschlechterverhältnisses eingetreten. Die Beobachtungen sind rein zufällig. Aus den Werten der übrigen Reihen kann nicht auf eine Einwirkung der Nährstoffe hinsichtlich des Verhältnisses geschlossen werden, zumal auch in manchen Versuchen die Anzahl der Tiere nur minimal ist.

Abschließend läßt sich aus dem Abschnitt über die Nachkommenproduktion folgendes festhalten: Die Eierzeugung war bei Ernährung mit Eiche und Lärche außerordentlich hoch; mit Apfel, Buche und Fichte als Nahrung ist ebenfalls mit einer großen Nachkommenschaft zu rechnen. Bei Fütterung mit Kiefer erreichte die Eizahl einen vergleichsweise noch günstigen Wert, während sie bei Tanne und Erle nur gering blieb.

Auf Grund der Ergebnisse über den Nahrungseinfluß auf die Entwicklung der Nonne können nachstehende Schlußfolgerungen gezogen werden:

a) Die Lebensbedingungen der Nonne sind bei Eichen-, Lärchen- und Fichtenfütterung als sehr günstig anzusprechen, da
   1. die Larven zur Entwicklung eine vergleichsweise kurze Zeit beanspruchten,
   2. die Gesamtsterblichkeit minimal blieb und
   3. die bei solcher Fütterung hervorgegangenen Weibchen eine Höchstzahl an Nachkommen erzeugten.

b) Bei Buche und Apfel als Nahrung gilt in gleichem Maße Punkt 1 und 3 des Absatzes a, während zu 2 die Gesamtsterblichkeit an Apfel mit 25% und an Buche mit 30% die Versuchspopulation in einem gewissen Grade beeinträchtigte.

c) Bei Ernährung mit Kiefer wurde
   1. die Entwicklungsdauer etwas verzögert,
   2. die Gesamtsterblichkeit auf 60% erhöht und
   3. nur eine mittlere Eizahl erreicht.

d) Die Erlennahrung wirkte auf die Entwicklung der Nonne hemmend ein, da
   1. die Wachstumszeit erheblich verlängert war,
   2. die Gesamtsterblichkeit annähernd 90% betrug und
   3. die Nachkommenschaft sehr gering ausfiel.

II. Nahrungsresorption an verschiedenen Nährpflanzen.

Vorbemerkungen.

Im Jahre 1937 wurden Versuche unternommen, welche vor allem die Frage behandelten, welche Nahrungsmenge Nonnenraupen vor der Verpuppung verzehren und resorbieren.

Eng verknüpft mit dieser Frage ist das bekannte Problem der Nahrungsausnutzung der pflanzenfressenden Raupen. Als Versuchsobjekt in dieser Hinsicht hat hauptsächlich der Seidenspinner *Bombyx mori* L. vielseitigen Untersuchungen gedient [Kellner (13), Iwanow (10) u. a.]. 1891 sprach Lambert (20) auf Grund von Beobachtungen die Vermutung aus, daß mit zunehmendem Alter der Raupen auch die Fraßmenge größer wird. „Daraus schließt der Verfasser, daß der Koeffizient der Nährkraft des Blattes mit seinem Alter abnimmt (offenbar infolge der Zunahme der mineralen Substanzen in denselben)," zitiert aus Bachmetjew (2). Klarer faßt Jordan (11) den ausgesprochenen Gedanken, wenn er sagt: „In der letzten Periode (5) vor dem Spinnen nützen die Raupen nur 33,44% des Trockenverzehrs aus, was wohl mit dem gleichzeitigen Älterwerden der Blätter zusammenhängt". [1])

In neuerer Zeit hat Schwerdtfeger (26) über den Stoffwechsel des Kiefernspanners *Bupalus piniarius* L. Versuche ausgeführt, die zeigen, wie die Nahrung während des ganzen Raupenlebens ausgenutzt wird. Um Schwerdtfeger's Ergebnisse etwas näher zu kennzeichnen, sei erwähnt, daß der Stoffwechselquotient:

$$Qu = \frac{\text{Verzehrte Nahrungsmenge}}{\text{Kotmenge}}$$

mit zunehmender Raupengröße ständig abnimmt; mit anderen Worten: Bei der heranwachsenden Larve verläßt stetig mehr unverdaute Nahrung den Darm.

[1]) Gemeint sind die Raupen des Seidenspinners.

Weiterhin haben Lebedev und Savenkow (21) über „Die Nahrungsnormen des Kiefernspinners" gearbeitet. Sie verwenden den Begriff des „Nahrungskoeffizienten". Darunter verstehen sie den Quotienten, der aus der verzehrten Nahrungsmenge dividiert durch das Lebendgewicht der Raupe gebildet wird. Ihre Ergebnisse lassen ersehen, daß der „Koeffizient" im Entwicklungsablauf des Kiefernspinners ungefähr gleich (etwa 8,0) bleibt. Ebenso verhält es sich mit dem Stoffwechselquotienten (etwa 3,0) und dem Quotienten aus dem Lebendgewicht der Raupe dividiert durch das Kotgewicht (etwa 2,6).

Taranukha (27) hat die Nahrungsverhältnisse hinsichtlich der vom Schwammspinner *P. dispar* L. verzehrten Nahrungsmenge (Apfel) und des dadurch entstehenden Fraßschadens untersucht.

Von anderer Seite wurde bereits die Nahrungsmenge und Fraßtätigkeit der Nonnenraupe näherungsweise bestimmt [K. Escherich (6), Kalandadze (12), Komárek (17)]. Hiernach vertilgen die Raupen in den Stadien vor der Verpuppung mehr als das Doppelte aller vorhergehenden Larvenstufen zusammen. Für das resultierende Puppengewicht ist somit die während der Altraupenzeit aufgenommene Nahrungsmenge entscheidend.

Methodisches.

Allgemeines: Das Eimaterial für diese Versuche stammte aus dem Forstamt Balster (Pommern) und aus der Umgebung von Löwenberg (Mark Brandenburg).

Als Nahrung dienten Erle, Buche und Fichte. Vom Fichtenfutter wurden Maitriebe mit Altnadeln gereicht. Im übrigen sei auf den Abschnitt Material und Methode des Kapitels I verwiesen.

Jede Versuchsreihe wurde mit 25 Raupen, die auf je fünf Beobachtungsreihen verteilt waren, durchgeführt. In jeder Beobachtungsreihe befanden sich 5 Larven, die an einem Tage ihre Häutung vollzogen hatten. Als Versuchsstadien wurden die Larven IV und V angesetzt. Sie waren vom Ei bis zu diesem Stadium mit der gleichen Nährpflanze aufgezogen worden. Die Versuchsdauer betrug mit einer Ausnahme durchschnittlich zehn Tage.

Ablauf des Versuchsganges: Um hinreichend genaue Werte betreffs des verzehrten Futters zu erhalten, ist es erforderlich, die Methodik von vornherein so zu gestalten, daß bei der Auswertung der Ergebnisse nur das Trockengewicht berücksichtigt zu werden braucht. Als eine praktische und schnelle Arbeitsweise hat sich die folgende erwiesen:

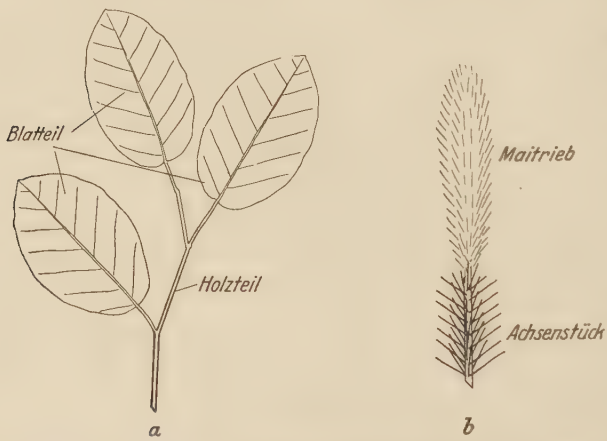


Abb. 26. Anteil von Holz- und Blatteil an einem Normalzweig von Buche (*a*), Verteilung von Maitrieb zum Achsenstück von Fichte (*b*). Verkl.

Am Standort der Versuchspflanzen werden die für die Versuchsreihen notwendigen Nahrungsmengen, welche auf die einzelnen Beobachtungsreihen (in diesem Falle 5) zu verteilen sind, als möglichst gleiche Blattstücke ausgesucht, und zwar unter dem Gesichtspunkt, daß beispielsweise bei dem einen Blattstück der Holzteil (Abb. 26a) nicht länger oder stärker ist als bei dem anderen. Dasselbe gilt auch von den Blattflächen. In einem dichten Baumbestande ist eine solche Auswahl verhältnis-

mäßig leicht durchführbar. Ebenso ist bei der Fütterung mit Nadelmaterial auf eine gleiche Verteilung der Maitriebe zu den Achsenstücken (Abb. 26b) zu sehen.

Der Sinn der beschriebenen Methodik liegt darin, ein zu starkes Variieren des Wassergehaltes bei dem Fütterungsmaterial nach Möglichkeit auszuschließen.

Zur Feststellung der verzehrten Nahrungsmenge wird das Trockengewicht des Futters, das den Versuchstieren als Nahrung dienen soll, auf indirektem Wege ermittelt. Dies geschieht zum Beispiel in der Weise, daß für 5 Beobachtungsreihen 6 Blattstücke auf dasselbe Frischgewicht zugeschnitten werden. Dazu müssen sie sich zunächst in einem möglichst gleichen Zustand der Turgeszenz befinden (in einem Gefäß mit Wasser bei einer Temperatur und in einem gleichen Zeitabschnitt stehen lassen). Vor dem Wiegen eines Zweigstückes ist jedoch das anhaftende Wasser zu entfernen. Sodann wird der augenscheinlich kleinste Zweig abgewogen,[1]) und das Gewicht notiert. Auf dieses Gewicht werden der Reihe nach die übrigen 5 Blattstücke zugeschnitten. Die Wägedauer soll dabei möglichst gleich lang sein, um einen unterschiedlichen Wasserverlust durch Verdunstung zu vermeiden. Von den 6 Zweigen, beispielsweise von Buche, werden 5 den Versuchstieren (5 Beobachtungsreihen in der Versuchsreihe) als Nahrung gereicht, während von dem einen Blattstück für alle anderen das Trockengewicht bestimmt wird. Es wird also angenommen, daß das Trockengewicht der 5 Zweigstücke dem des 6. Blatteiles (Bezugsblatt) gleich ist. — Für die übrigen Versuchsreihen wird in analoger Weise verfahren.

Die in dieser Methode liegende Fehlerquelle kann nur durch ganz genaues Arbeiten und am besten durch eine große Anzahl von Beobachtungsreihen, aus denen der Mittelwert und die Standardabweichung berechnet werden, auf ein Minimum herabgesetzt werden.

Das blattartige Material (Buche usw.) ist auch während der Fütterungsversuche in den Hygrostatenschalen turgeszent zu halten. Im methodischen Teil des Kapitels I ist diese Wasserversorgung beschrieben (s. S. 6). In diesem Falle darf jedoch die Rinde nicht entfernt (Gewichtsverlust!), sondern nur aufgeschnitten werden.

In den vorliegenden Versuchen wurde das Futter zu einer bestimmten Stunde (16 h) gewechselt. Hierzu muß noch das Folgende eingeschaltet werden. Es handelt sich um die mit dem Futterwechsel verbundene Entfernung der alten Blattreste und des Kotes. An sich wäre es erforderlich, daß die Raupen, bevor sie frische Nahrung bekommen, den Darm vollständig entleert haben. Nun fressen die Nonnenraupen nach Berwig's (3) Feststellungen hauptsächlich nachts, indessen legen sie von 2 h bis 10 h eine Fraßpause ein. Bei einer Darmzeit von 4 Stunden [Berwig (3)] ist also zu erwarten, daß zum Zeitpunkt des Futterwechsels (16 h) keine größeren Kotmassen den Darm ausfüllten. Die bis dahin noch nicht abgegebenen Reste werden kaum in besonderem Maße als Fehlerquelle zur Geltung gekommen sein, da jeweils zur gleichen Tagesstunde frisch gefüttert wurde.

Das alte Futter und der Kot wurden täglich gesammelt und für sich aufbewahrt.

In den Zuchten mit Fichte befanden sich unter dem Kot noch kleine Nadelreste. Das langwierige Aussuchen eines Teiles davon ließ sich folgendermaßen umgehen: Die mit Nadeln vermischte Kotmenge wurde in eine Petrischale gebracht und am Rande aufgehäuft. Sodann wurde die Masse vorsichtig mit Atemluft angefeuchtet. Durch leichtes Neigen und Schütteln der Schale rollten die Kotballen zum tiefer gelegenen Rande, während die Nadeln im oberen Teile haften blieben. Zum Schluß wurde ein Kartonstreifen eingesetzt (Abb. 27) und zuerst die Nadelmenge entfernt. Damit war die Trennung in kurzer Zeit erreicht.

[1]) Eine Torsionswaage eignet sich besonders gut für diesen Zweck, da eine Wägung in kurzer Zeit ausgeführt werden kann.

Der nunmehr lufttrockene Rückstand wurde einer Temperatur von 50° C ausgesetzt und in einem mit Kalziumchlorid gefüllten Exsikkator getrocknet. Das gesamte Material ist selbstverständlich in gleicher Weise behandelt worden.

Das Wiegen der Futterrückstände und des Kotes wurde ebenfalls auf einer Torsionswaage vorgenommen. Auch hier war auf eine gleiche Wägedauer zu achten, da die aus dem Exsikkator kommende Substanz noch hygroskopisch war.

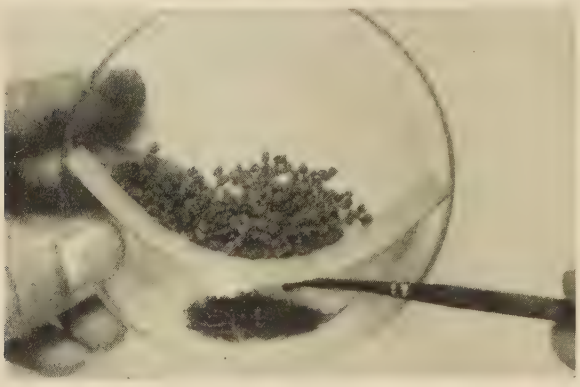


Abb. 27. Das Trennen von Kot und Nadelresten.

Auswertung der Versuchsergebnisse: Aus der Differenz des Frischgewichtes und des Trockengewichtes der Blattstücke berechnete sich ihr Wassergehalt; dieser betrug bei Erle 70,7 %, bei Buche 59,1 % und bei Fichte (Maitriebe) 71,2 % des Frischgewichtes. Die von den Raupen verzehrte Nahrungsmenge als Trockengewicht ergab sich aus der Differenz des Rückstandes von einem verfütterten Blattstück einerseits und einem Blatt des nicht verfütterten Zweiges (Bezugsblatt) andererseits. Die resorbierte Nahrungsmenge wurde durch Subtraktion des Kotgewichtes von dem Gewicht der verzehrten Nahrung bestimmt. — Eine gleichlaufende Wägung der Versuchstiere mußte mit Rücksicht auf die sorgfältige Pflege der laufenden Zuchten unterbleiben. Um nun die Gewichtszunahme der Raupen möglichst genau zu erhalten, wird es notwendig sein, die Larven mit vollständig entleertem Darm zu wiegen; denn sonst besteht die Gefahr, daß die im Darm vorhandene Kotmasse, die sehr verschieden sein kann, die Grenzen der täglichen Gewichtszunahme stark verschiebt.

Die in den Versuchen ermittelten Ergebnisse wurden mit Hilfe der Variationsstatistik [Pütter (24)] ausgewertet. Es kam hier die Methode, die aus mehreren Beobachtungsreihen Mittelwert und Standardabweichung berechnen läßt, in Anwendung. Der „wirkliche Mittelwert" ergibt sich aus der Gleichung: $M = M_0 + b$. Die Standardabweichung wurde nach der Formel:

$$\mu = \sqrt{\frac{\Sigma d^2}{n} - b^2}$$

berechnet.

Zum Ablauf des Versuchsganges sei als Beispiel eine Versuchsreihe mit ihren 5 Beobachtungsreihen bei Zimmertemperatur während des Entwicklungsstadiums der Larve IV an Buche dargestellt.

(Siehe nebenstehende Tabelle.)

Die Mittelwerte und Standardabweichungen der dargestellten Versuchsreihe Buche (Larve IV) ergeben folgende Daten:

Verzehrte Nahrungsmenge	$254{,}7 \pm 24.5$ mg (Trockengewicht)
Kotmenge	$180{,}1 \pm 19{,}0$ mg (Trockengewicht)
Resorbierte Nahrungsmenge	74,6 mg (Trockengewicht)
Stoffwechselquotient	$1{,}46 \pm 0{,}05$

Für die Berechnung der durchschnittlich je Tag resorbierten Nahrungsmenge als Mittelwert ist es gleichgültig, ob sie durch Addition der einzelnen Beobachtungen, wie sie in der Spalte III der beschriebenen Buchezucht niedergeschrieben sind, oder durch Sub-

Versuchsreihe Buche (Larve IV).

Temperatur: 20—22° C; relative Luftfeuchtigkeit etwa 75%.

	I Verzehrte Nahrungsmenge Trockengewicht	II Kotmenge Trockengewicht	III Resorbierte Nahrungsmenge I—II Trockengewicht	IV Stoffwechselquotient $Qu = \frac{I}{II}$
1. Beobachtungsreihe (5 Raupen).				
Häutung				
1. Versuchstag	203,7 mg	129,8 mg	73,9 mg	1,57
2. „	256,8 „	196,7 „	60,1 „	1,31
3. „	338,7 „	276,0 „	62,7 „	1,23
4. „	368,9 „	270,8 „	98,1 „	1,36
5. „	115,1 „	74,8 „	40,3 „	1,54
6. „	Häutung			
2. Beobachtungsreihe (5 Raupen).				
Häutung				
1. Versuchstag	219,9 mg	145,4 mg	74,5 mg	1,51
2. „	313,4 „	230,9 „	82,5 „	1,36
3. „	350,3 „	258,5 „	91,8 „	1,36
4. „	280,4 „	180,4 „	100,0 „	1,55
5. „	202,9 „	132,7 „	70,2 „	1,53
6. „	Häutung			
3. Beobachtungsreihe (5 Raupen).				
Häutung				
1. Versuchstag	226,2 mg	154,1 mg	72,1 mg	1,47
2. „	291,5 „	223,3 „	68,2 „	1,31
3. „	303,3 „	216,8 „	86,5 „	1,40
4. „	384,7 „	267,8 „	116,9 „	1,44
5. „	214,9 „	145,5 „	69,4 „	1,48
6. „	Häutung			
4. Beobachtungsreihe (5 Raupen).				
Häutung				
1. Versuchstag	279,2 mg	195,5 mg	83,7 mg	1,43
2. „	296,2 „	216,7 „	79,5 „	1,38
3. „	202,7 „	147,5 „	55,2 „	1,37
4. „	182,1 „	109,4 „	72,7 „	1,66
5. „	Häutung			
5. Beobachtungsreihe (5 Raupen).				
Häutung				
1. Versuchstag	197,5 mg	135,6 mg	61,9 mg	1,46
2. „	300,7 „	204,0 „	96,7 „	1,47
3. „	278,0 „	206,8 „	71,2 „	1,34
4. „	309,7 „	228,0 „	81,7 „	1,36
5. „	173,2 „	136,0 „	37,2 „	1,27
6. „	138,8 „	56,7 „	82,1 „	2,45
7. „	Häutung			

traktion des Mittelwertes der Kotmenge von der resorbierten Nahrungsmenge gewonnen wird. Die Anwendung des gleichen Verfahrens zur Ermittlung des Mittelwertes vom Stoffwechselquotienten führt zu zwei verschiedenen Ergebnissen. Daher sind aus rechnerischen Gründen dessen Mittelwerte aus der Summe jeder einzelnen Beobachtung festgestellt worden.[1])

Der Versuchsgang für die Reihen Erle und Fichte, von denen nur die Mittelwerte und Standardabweichungen mitgeteilt werden, lief in gleicher Weise ab.

Wie bereits in den Vorbemerkungen erwähnt wurde, liegt die Bedeutung des Stoffwechselquotienten (Qu) in der Wiedergabe eines Ausdruckes für die Nahrungsausnutzung. Die Abnahme des Qu-Wertes zeigt also an, daß die Nahrung in geringerem Maße resorbiert wurde. Der Prozentanteil der ausgenutzten Substanzmenge (P) ergibt sich aus der Formel

$$P = \frac{(\text{Verzehrte Nahrungsmenge} - \text{Kotmenge}) \cdot 100}{\text{Verzehrte Nahrungsmenge}}.$$

Die Werte für Qu und P stehen nun in einer bestimmten Beziehung zueinander. Werden die gleichen Zahlen für die verzehrte Nahrungsmenge und die Kotmasse, aus denen Qu berechnet wird, in die obige Formel eingesetzt, so erhält man einen dem Qu-Wert entsprechenden Prozentsatz der Nahrungsausnutzung. Als Beispiel dieser Umrechnung seien aus der dargestellten Versuchsreihe Buche (Larve IV) die Ergebnisse des 1. Versuchstages der 1. Beobachtungsreihe herangezogen. Der Qu-Wert 1,57 wurde aus dem Quotient $Qu = \frac{203{,}7}{129{,}8}$ berechnet. Der Prozentteil der verdauten Nahrung ist nach der Formel:

$$P = \frac{(203{,}7 - 129{,}8) \cdot 100}{203{,}7} \text{ als } P = 36$$

zu bestimmen. Demzufolge verwerteten die Raupen am 1. Versuchstag 36 % des verzehrten Futters im Stoffwechsel. Für jeden weiteren Versuchstag sind die Qu- und P-Werte nach dem gleichen Verfahren festgestellt. In ihrer Gesamtheit ergeben sie eine symmetrische Hyperbel, die durch Substitution anderer möglicher Daten vervollständigt werden kann. Die Ergebnisse dieser Berechnung sind in der Abbildung 28 eingezeichnet. Einige Beobachtungspunkte aus der Versuchsreihe Buche sind besonders markiert.

An Hand dieser Kurve läßt sich aus den Qu-Werten der Prozentteil des „Trockenverzehrs" ablesen. Diese Art des Auswertens gilt, genau betrachtet, nur für Einzelbeobachtungen und kann nicht ohne weiteres auf Mittelwerte angewandt werden.

Von den Versuchsergebnissen sei eine kurze Besprechung der mitgeteilten Buchenzucht vorweggenommen: Innerhalb des IV. Stadiums nahm die verzehrte Nahrungsmenge und die Kotmasse nach der vorhergegangenen Häutung zu und wurde mehr oder weniger kurz vor der nächsten Häutung wieder geringer. Der resorbierte „Trockenverzehr" blieb während der Versuchsdauer annähernd gleich, nur eine minimale Zu- und Abnahme war vorhanden. Die Qu-Werte lagen vor und nach der Häutung am höchsten. Die Larven nutzten demnach zu Beginn des Stadiums ungefähr 30 bis 40 % der verzehrten Nahrungsmenge aus, am folgenden Tage aber nur 20 bis 30 %. Vor der nächsten Häutung wurden wieder über 30 %, in einem Falle sogar 59 % der Nahrung verdaut.

Der entsprechende Versuch mit Erle führte nicht ganz bis zum Ende des Stadiums. Ganz allgemein sind in den Zuchten, welche aus technischen Gründen nicht während der ganzen Entwicklungsstufe durchgeführt werden konnten, die Mittelwerte und Standardabweichungen mit Klammern ( ) versehen. Vermutlich dürften die Daten auch bei Fortführung der Versuche nur eine geringfügige Änderung erfahren haben.

---

[1]) Die Division der Mittelwerte von verzehrter Nahrungsmenge und Kotmasse liefert einen niederen Wert.

Versuchsergebnisse.

Gleichlaufend mit den Zuchten, welche die Entwicklung der Nonnenraupe behandelten, sind unter denselben Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsverhältnissen die Untersuchungen mit der Nahrungsresorption unternommen worden; dies gilt hinsichtlich des Ausgangsmaterials und des Versuchsjahres nur für Erle und Fichte. An Buche sind 1937 nur Resorptionsversuche durchgeführt.

Tabelle 21.

Nahrungsresorption von 5 Raupen bei Zimmertemperatur (20—22 ° C).

Versuchsreihen	Erle Larve IV	Buche Larve IV	Buche Larve V u. VI	Fichte Larve V u. VI
Verzehrte Nahrungsmenge . .	(85 ± 15) mg	255 ± 25 mg	519 ± 79 mg	762 ± 84 mg
Kotmenge	(55 ± 12) mg	180 ± 19 mg	409 ± 59 mg	570 ± 92 mg
Resorbierte Nahrungsmenge .	30 mg	75 mg	110 mg	192 mg
Stoffwechselquotient	(1,74 ± 0,26)	1,46 ± 0,05	1,47 ± 0,05	1,64 ± 0,25

Die in der Tabelle 21 zusammengestellten Ergebnisse zeigen, daß 5 gleichaltrige Raupen täglich bei individuellen Unterschieden von den gebotenen Nährpflanzen eine verschieden große Gewichtsmenge an Trokkensubstanz aufnehmen.

Die Larven IV haben bei Erlenfütterung eine geringere Menge Blattmaterial verzehrt als die Versuchstiere an Buche. Die Kot- und resorbierte Nahrungsmenge besitzen entsprechende niedrigere Werte. — Die Larve IV verwertet an Erle 36%, an Buche nur 29% des „Trockenverzehrs“ im Stoffwechsel.

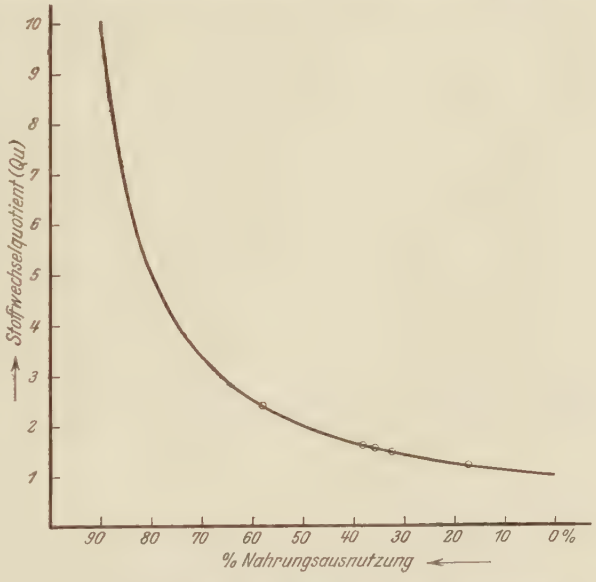


Abb. 28. Relation Stoffwcehselquotient — % Nahrungsausnutzung.

Wie kurz vorher gesagt, kann die Nahrungsausnutzung nicht mit Sicherheit an Hand des Stoffwechselquotienten als Mittelwert aus der Abbildung 28 abgelesen werden. Nach dieser Methode würden die Raupen von der Erlennahrung 42 % und von der Buche 32 % resorbiert haben. Die Differenz dieser Werte mit den obigen ist auf die verschiedene Art der Berechnung zurückzuführen.

Man könnte nun annehmen, daß die Erlennahrung in ihrer Qualität günstiger sei, als die Buche; denn vom Erlenblatt wird weniger gefressen, aber relativ mehr resorbiert. Diese Vermutung trifft indessen nach den Ergebnissen über die Entwicklung der Nonne nicht zu. Die Beziehung zur Nahrungsverwertung dürfte vielleicht so zu erklären sein: Die Erlenblätter bieten den Nonnenraupen sehr wenig Nährmaterial für ihr Wachstum; und der Organismus sucht nun zu seiner Weiterentwicklung möglichst viel von der verzehrten Substanz auszunutzen.

Die Larven V und VI an Buche haben erheblich mehr gefressen als ihre Vorgänger. Ebenso verhält es sich mit der Kot- und resorbierten Nahrungsmenge. In diesem Stadium wurden jedoch nur 21 % des Pflanzenmaterials verdaut. Die Raupen an Fichte haben täglich weitaus die größte Menge verzehrt und auch gewichtsmäßig am meisten Kot abgegeben. Für den Stoffwechsel wurden 25 % verwendet. Man kann also sagen, daß die Altraupen ungefähr $^3/_4$ bis $^4/_5$ der Nahrung unverdaut lassen.

In diesem Zusammenhang erhebt sich die Frage, aus welchem Grunde die Nonnenraupen vor der Verpuppung nur einen kleinen Teil des „Verzehrs" resorbieren. Die Versuche dieser Arbeit erstrecken sich nicht auf eine Lösung dieses Problems, sondern an dieser Stelle können nur einige Vermutungen darüber geäußert werden. — Im Schrifttum wird im allgemeinen die Ansicht vertreten, daß pflanzenfressende Lepidopterenlarven nur einen bestimmten Teil des Pflanzenmaterials durch die Mandibeln der Verdauung erschließen [Jordan (11), Petersen (23) u. a.]. Wahrscheinlich dürfte das Gleiche auch für die Nonnenraupe zutreffen. Spätere mikroskopische Kotuntersuchungen werden dies leicht bestätigen können. Doch bleiben in dieser Frage der Nahrungsausnutzung noch andere Möglichkeiten offen, so vor allem folgende:

1. Wie Biedermann (4) bei Untersuchungen an *Gastropacha rubi* vermutete, daß der Aufenthalt des Nahrungsbreies im Darm nicht zu einer gründlichen Verdauung ausreicht.
2. Bei Raupen mit relativ großem Darmlumen (Altraupen) wirken die Verdauungssäfte der Darmwand nur oberflächlich auf den Nahrungsbrei ein, und die im Innern des Darmes gelegenen Teile werden nicht angegriffen.
3. Die effektive „Nährkraft" des Futtermaterials ist geringer geworden (s. S. 573).

In den jüngeren Stadien dagegen werden relativ mehr Zellen der Ausnutzung erschlossen, und das Verhältnis der verdauenden Darmoberfläche zur verzehrten Nahrungsmenge ist entsprechend günstiger. Ferner wird auch hier ein Einfluß der Nahrungsqualität vorliegen.

Auf diese verschiedenen Möglichkeiten wird es wohl zurückzuführen sein, wenn in den Anfangsstadien der Raupen die Nahrung besser ausgenutzt wird als bei den Altraupen.

Betrachtet man im Gegensatz zu dem täglichen „Verzehr" die während des ganzen Larvenstadiums bei Zimmertemperatur verzehrte Nahrungsmenge, so findet man für die IV. Larvenstufe an Erle und Buche das Verhältnis dieser beiden Versuchsreihen zueinander etwas verschoben. Es ist der Mittelwert des täglichen „Verzehrs" bei Erle mit etwa 10, bei Buche indessen nur mit 7 zu multiplizieren. Durch Vergleichen der Verhältnisziffern von Erle zu Buche

	Mittelwerte je Tag	Werte der Larvenstufe
Verzehrte Nahrungsmenge . .	1 : 3	1 : 2
Kotmenge	1 : 3,3	1 : 2,5
Resorbierte Nahrungsmenge .	1 : 2,5	1 : 1,7

können wir folgern, daß die Raupen bei Erlenfütterung auch im ganzen IV. Stadium weniger gefressen und resorbiert haben als die Versuchstiere an Buche. Demnach ist wahrscheinlich auch das Raupengewicht geringer ausgefallen (vgl. hierzu die Puppengewichte bei Erle und Buche als Nahrung auf S. 568 und 569).

Die Altraupen resorbierten vom Fichtefutter eine größere Gewichtsmenge als von der Buche. Vermutlich wurde diese zum Aufbau von Körperstoffen verwendet. Die Puppen haben bei Ernährung mit Fichte ein höheres Gewicht erlangt als an Buche (vgl. Tabellen 13 und 15).

III. Temperatur und Nahrungsresorption.

Vorbemerkungen.

Einen Einfluß, den die Temperatur auf die Fraßtätigkeit von Insekten ausübte, fand Kleine (14) bei seinen „Cassidenstudien". Er beobachtete, daß bei höherer Temperatur eine größere Nahrungsmenge aufgenommen wird als bei niedrigerer. Zwölfer (33) vermutet bei der Nonne, „daß Nahrungsaufnahme oder Nahrungsresorption — vielleicht auch beides zusammen — unter höheren Temperaturen günstiger verlaufen als unter niederen". Ferner sind in der Abhandlung von Kozhantschikow (18) wertvolle Angaben über die Einwirkung der Temperatur auf die Ernährung der Insekten zu finden.

Methodisches.

Der Versuchsgang ist der gleiche wie er im vorigen Kapitel beschrieben wurde; nur liefen die Versuche in drei verschiedenen Temperaturstufen ab und zwar:

1. von 12° bis 14° C,
2. „ 20° „ 22° C (Zimmertemperatur),
3. „ 24° „ 26° C.

Versuchsergebnisse.

In der Tabelle 22 sind die Gewichte der je Tag verzehrten Nahrungsmenge in Milligramm Trockengewicht wiedergegeben.

Tabelle 22.

Verzehrte Nahrungsmenge, von 5 Raupen je Tag gefressen. (Trockengewicht.)

Versuchsreihen	Erle Larve IV	Buche Larve IV	Buche Larve V u. VI	Fichte Larve V u. VI
12—14° C	(41 ± 4 mg)	135 ± 9 mg	(268 ± 14 mg)	(348 ± 74 mg)
20—22° C	(85 ± 15 „)	255 ± 25 „	519 ± 79	762 ± 84 „
24—26° C	(94 ± 16 „)	335 ± 14 „	544 ± 85 „	760 ± 54 „

In allen Versuchsreihen steigt mit der Temperatur auch die Gewichtsmenge des verzehrten Futters. Eine Ausnahme macht nur der Versuch mit Fichte; hier wurde in den beiden letzten Stufen ungefähr gleich viel Substanz verzehrt. Möglicherweise macht sich gerade bei dem geringen Unterschied eine mehr oder weniger geringfügige Fehlbestimmung der verzehrten Nahrungsmenge geltend. — Unzweifelhaft wird die täglich gefressene Nadelmenge im Hinblick auf die Stufe der niederen Wärmegrade von der Temperatur beeinflußt.

Das verzehrte Futter nimmt ferner von Erle (L IV) zu Buche (L IV) und von Buche (L IV) zu Buche (L V und VI) und von Buche (L V und VI) zu Fichte (L V und VI) an Menge zu.

Tabelle 23.

Kotmenge, von 5 Raupen je Tag abgegeben. (Trockengewicht).

Versuchsreihen	Erle Larve IV	Buche Larve IV	Buche Larve V u. VI	Fichte Larve V u. VI
12—14° C	(17 ± 9 mg)	92 ± 6 mg	(193 ± 11 mg)	(194 ± 29 mg)
20—22° C	(55 ± 12 „)	180 ± 19 „	409 ± 59 „	570 ± 92 „
24—26° C	(66 ± 17 „)	235 ± 11 „	422 ± 42 „	625 ± 62 „

In der Tabelle 23 sind die Ergebnisse der durchschnittlich je Tag abgegebenen Kotmenge vereinigt. Diese Werte können mit einiger Sicherheit als absolut angesehen werden; denn hier ist die Fehlerwahrscheinlichkeit am geringsten.

Die Kotmenge erhöht sich gewichtsmäßig mit steigender Temperatur von Versuchsreihe zu Versuchsreihe.

In der Abbildung 29 ist die verzehrte Nahrungsmenge und die Kotmenge einer Beobachtungsreihe an Fichte eingezeichnet. Während die Kurve der Kotabgabe ohne größere Abweichungen verläuft, treten bei der

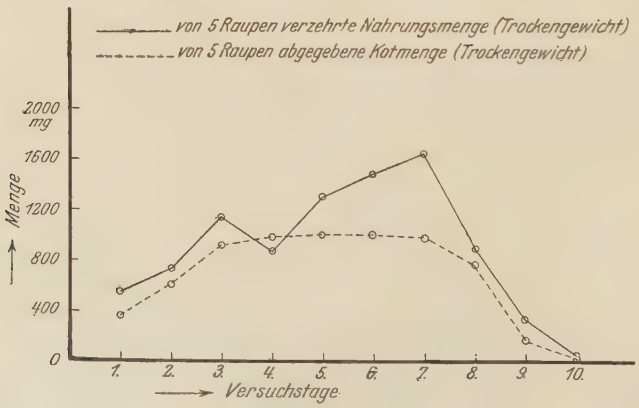


Abb. 29.

Nahrungsresorption von Larve V und VI mit Fichte unter 20—22° C und ca. 75% relativer Luftfeuchtigkeit.

verzehrten Nahrungsmenge erhebliche Schwankungen auf. Inwieweit diese nun durch die Versuchsmethodik verursacht sind oder auf einer Gesetzmäßigkeit beruhen, darüber lassen sich keine Angaben machen. Die Leistungen und der Verbrauch des Organismus werden vermutlich zu einer Unregelmäßigkeit in der Nahrungsaufnahme beitragen. — Mit welcher Genauigkeit man aus dem Kotgewicht auf die verzehrte Nahrung schließen kann, steht nicht fest.

Die resorbierte Nahrungsmenge wurde durch Subtraktion des Kotgewichtes von der aufgenommenen Pflanzensubstanz gewonnen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 24 dargestellt.

Tabelle 24.

Resorbierte Nahrungsmenge, von je 5 Raupen aufgenommen. (Trockengewicht.)

Versuchsreihen	Erle Larve IV	Buche Larve IV	Buche Larve V u. VI	Fichte Larve V u. VI
12—14° C	(24 mg)	43 mg	(75 mg)	(154 mg)
20—22° C	(30 „)	75 „	110 „	192 „
24—26° C	(28 „)	100 „	122 „	135 „

Grundsätzlich wird auch hier anzunehmen sein, daß die resorbierte Substanz bei höherer Temperatur an Menge zunimmt; wahrscheinlich aber nur bis zu einem bestimmten Punkt, der aus Mangel an Vergleichswerten nicht ermittelt werden kann. In den Versuchsreihen Erle und Fichte steigt die resorbierte Nahrungsmenge bis zur mittleren Temperaturstufe an und fällt dann wieder mehr oder weniger ab; in dem Bucheversuch hingegen nimmt sie bis zur 3. Stufe zu. Betrachten wir aber den Prozentsatz der Nahrungsausnutzung (Tabelle 25), so stellt sich heraus, daß bei Erle und Fichte mit höherer Temperatur weniger Nahrungssubstanz verwertet wird als unter niederer; die Ausnutzung ist also in der 3. Stufe am geringsten, in den beiden Bucheversuchen jedoch in der mittleren. Hier irgendwelche Folgerungen zu ziehen, ist bei der geringen Anzahl von Temperaturreihen nicht möglich.

Tabelle 25.

Nahrungsausnutzung des Trockenverzehrs.

Versuchsreihen	Erle Larve IV	Buche Larve IV	Buche Larve V u. VI	Fichte Larve V u. VI
12—14° C	(60 %)	32 %	(28 %)	(44 %)
20—22° C	(36 „)	29 „	21 „	25 „
24—26° C	(30 „)	30 „	22 „	18 „

Durchschnittlich verwenden die Raupen der untersten Temperaturstufe prozentual mehr Nahrungssubstanz im Stoffwechsel als die der höheren.

Ebenfalls nutzen die jüngeren Larven das Pflanzenmaterial besser aus als die älteren. Die Werte des Stoffwechselquotienten, welche in der Tabelle 26 niedergeschrieben sind, lassen in gewissem Maße die gleiche Erscheinung erkennen.

Tabelle 26.

Durchschnittswerte des Stoffwechselquotienten.

Versuchsreihen	Erle Larve IV	Buche Larve IV	Buche Larve V u. IV	Fichte Larve V u. VI
12—14° C	(2,61 ± 0,58)	1,46 ± 0,02	(1,49 ± 0.13)	(1.98 ± 0.39)
20—22° C	(1,74 ± 0,26)	1,46 ± 0,05	1,47 ± 0,05	1,64 ± 0,25
24—26° C	(1,55 ± 0,22)	1,46 ± 0,04	1,28 ± 0,12	1,25 ± 0,08

Im vorigen ist die Nahrungsresorption nur als Durchschnittswert für je einen Tag dargelegt. Ganz andere Ergebnisse erhält man aber, wenn die Entwicklungszeit eines gesamten Stadiums bei verschiedenen Temperaturen in Betracht gezogen wird. Die entsprechenden Daten der Entwicklungsdauer bei Fichte als Nahrung sind den Hyperbeln von Zwölfer (34) entnommen. Hiernach ist das Verhältnis der Entwicklungsdauer des V. Stadiums für die 3 Versuchstemperaturen gleich:

24—26° C		20—22° C		12—14° C
1	:	1,4	:	3,7

In der folgenden Übersicht sind die Mittelwerte der Nahrungsresorption bei Ernährung mit Fichte zu dem Verhältnis der Entwicklungsdauer des V. Stadiums in Beziehung gesetzt.

	25° C		21° C		13° C
1. Entwicklungsdauer	1	:	1,4	:	3,7
2. Verzehrte Nahrungsmenge . . .	1	:	1,4	:	1,7
3. Kotmenge	1	:	1,3	:	1,1
4. Resorbierte Nahrungsmenge . .	1	:	2,0	:	4,2

Der vergleichsweise niedere Wert für die verzehrte Nahrungsmenge in der untersten Temperaturstufe im Vergleich zur Entwicklungsdauer rührt daher, daß bei ca. 25° C täglich verhältnismäßig viel Nahrungssubstanz aufgenommen wird. Aus den Daten der resorbierten Nahrungsmenge ist auch die aus dem Stoffwechselquotienten gewonnene Erscheinung zu erkennen, daß bei niederen Wärmegraden die Nahrung besser ausgenutzt wird als unter höheren.

Wie erklärt es sich aber nun, daß die Raupen, trotzdem sie bei niederen Temperaturen mehr Nahrung verzehrt und insbesondere auch resorbiert haben, nur ein geringeres Puppengewicht [vgl. Zwölfer (33)] erreichten als bei höheren Wärmegraden?

Die Nahrung muß demnach bei niedriger Temperatur zu einem gewissen Teil anderen Zwecken dienen als dem Aufbau von Körperstoffen. Es ist anzunehmen, daß unter niederen Wärmegraden größere Energiemengen für den Betriebsstoffwechsel verwendet werden.

Für die Nonne insbesondere läßt sich aus den dargelegten Ergebnissen schließen, daß bei niederen Temperaturen der Betriebsstoffwechsel Energiemengen verbraucht, die hier gerade durch die aufgenommene Nahrung gedeckt, aber bei höheren Wärmegraden für den Baustoffwechsel frei werden. — Ob sich diese Ergebnisse verallgemeinern lassen, bleibt fraglich. So haben Untersuchungen von Titschak (29) gezeigt, daß diese Verhältnisse bei der Kleidermotte (*Tineola biselliella* Hum.) entgegengesetzt liegen. Vermutlich dürfte der geringste „Energieverbrauch" bei den einzelnen Insektenarten dem jeweiligen „Temperaturoptimum" angenähert sein [vgl. Kozhantschikow (18) S. 606]. Ferner äußert sich Schäperclaus (25) über die Ernährung der Teichfische folgendermaßen: „Abweichend von den Verhältnissen bei Warmblütern wird die Höhe des Gesamtstoffwechsels der wechselwarmen Fische sehr stark beherrscht von der Temperatur". Zu diesem Punkt urteilt Schäperclaus (25) noch näher, „daß der lebenswichtige Betriebsstoff wechsel stets, den vorliegenden bedarfsbestimmenden Faktoren und dem Gesetze: „Der Bedarf bestimmt den Umsatz" entsprechend, voll befriedigt werden muß".

Zusammenfassung.

Zu Kapitel I:

1. Die Gesamtentwicklung der Nonne, *L. monacha* L., vom Verlassen des Eies bis zum Falterschlüpfen verläuft bei Ernährung mit Lärche in 47, Buche in 49, Eiche und Apfel in 50, Fichte in 52 bzw. 53, Kiefer in 56 und Erle in 69 Tagen.
2. Bei Apfel, Eiche, Fichte und Lärche als Nahrung bleibt die Sterblichkeit während des gesamten Entwicklungsablaufes gering (etwa 2%); bei Fütterung mit Buche, Kiefer und Erle ist sie mit 18% bzw. 61% und 89% relativ hoch.
3. Die Eierzeugung erreicht bei Ernährung mit Eiche einen Durchschnittswert je Weibchen von 269; bei Fütterung mit Lärche einen solchen von 261, Apfel von 238, Buche von 227, Fichte von 211 bzw. 195, Kiefer von 160 und Erle von 68.

Zu Kapitel II und III:

4. Bei Zimmertemperatur (20—22° C) und einer relativen Luftfeuchtigkeit von etwa 75% verzehren fünf gleichaltrige Raupen je Tag von Buchennahrung eine größere Gewichtsmenge Trockensubstanz als von Erle (Larve IV) und von Fichte gewichtsmäßig mehr Nahrung als von Buche (Larve V und VI). Entsprechend verhält es sich mit dem Kot- und der resorbierten Nahrungsmenge.
5. Die relative Nahrungsausnutzung (Stoffwechselquotient) liegt bei Erlennahrung am günstigsten (20—22° C).
6. Die verzehrte Nahrungsmenge und Kotmenge (5 Raupen je Tag) steigt bei Erlen-, Buchen- und Fichtenfutter mit zunehmender Temperatur (etwa 13° C, 21° C und 25° C) an.

Nur im Fichteversuch wird in den beiden letzten Temperaturstufen eine gleiche Nahrungsmenge verzehrt. Bei Erle und Fichte ist in der mittleren Temperraturreihe die größte Substanzmenge resorbiert worden, bei Buche jedoch in der höchsten.

7. Die Nahrung wird bei niederer Temperatur (etwa 13° C), minderwertigem Futter (Erle) und im jüngeren Stadium (Larve IV) prozentual besser ausgenutzt.
8. Während des Entwicklungsablaufes einer Stufe ist bei Fichte als Nahrung in der Temperaturreihe 12—14° C die absolut größte Nahrungsmenge verzehrt und resorbiert worden. Die größte Kotmenge wurde bei 20—22° C abgegeben.
9. Der Vergleich der Puppengewichte und der Eierzeugung, wie sie bei höheren und niederen Temperaturen erzielt werden, mit der entsprechenden Nahrungsresorption, führt zu folgendem Schlusse: Bei niederen Temperaturen wird die resorbierte Nahrung fast völlig durch den Betriebsstoffwechsel der Nonne in Anspruch genommen, bei höheren jedoch im Baustoffwechsel mit verwertet.

Schriftenverzeichnis.

1. Ali, M., Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Entwicklung des Schwammspinners, *Porthetria dispar* L., Zeitschr. f. angew. Entom. Bd. XX, S. 354—381, 1933.
2. Bachmetjew, P., Experimentelle entomologische Studien Bd. II. Sophia 1907.
3. Berwig, W., Laboratoriumsversuch zur Bionomie und Bekämpfung der Forleule. Zeitschr. f. angew. Entom. Bd. XVII, S. 563—586, 1931.
4. Biedermann, Beiträge zur vergleichenden Physiologie der Verdauung VIII. Insekten. Zeitschr. f. ges. Physiologie des Menschen und der Tiere 174, S. 398, 1919.
5. Blunck, H., Die Entwicklung des *Dytiscus marginalis* L. vom Ei bis zur Imago. II. Teil. Zeitschr. wiss. Zool. Bd. 121, S. 171—391, 1923.
6. Escherich, K., Nonnenprobleme. Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landw. S. 78, 1912.
7. Grevillius, A. Y., Zur Kenntnis der Biologie des Goldafters (*Euproctis chrys.*) und den durch denselben verursachten Beschädigungen. Beiheft z. Botan. Centralbl. XVIII Abt. II, Heft 2, S. 222—322, 1905, aus Bachmetjew (2).
8. Herford, G. M., Observation on the Biology of *Bruchus obtectus* Say, with Special Reference to the Nutritional Factors. Zeitschr. f. angew. Entom. Bd. XXII, S. 26 bis 50, 1935.
9. Hering, M., Biologie der Schmetterlinge. Julius Springer, Berlin 1926.
10. Iwanow, W. P., Das Vergleichen verschiedener Sorten von Maulbeerbäumen und einiger anderer Pflanzen in Bezug auf die Verwendung ihrer Blätter zum Füttern des Seidenspinners. Arbeiten der kaukasischen Seidenstation X. Bd., I. Liefg., S. 49 bis 56. Tiflis 1901 (Russisch), aus Bachmetjew (2).
11. Jordan, Vergleichende Physiologie wirbelloser Tiere I. Bd. Die Ernährung. S. 738 ff. Jena 1913.
12. Kalandadze, L., Beiträge zur Biologie einiger Forstschädlinge. Anz. f. Schädlingskunde III. Jahrg., Heft 7, S. 75, 1927.
13. Kellner, O., Chemische Untersuchungen über die Ernährung und Entwicklung von *Bombyx mori*. Landw. Versuchsstation Bd. 30, S. 59, 1884, aus Jordan (11).

14. Kleine, R., Cassidenstudien X. Der Einfluß thermischer Faktoren auf die Entwicklung der Praeimaginal- und Imaginalstadien von *Cassida nebulosa*. 16. Jahrg., S. 178 bis 186, 1920.
15. Knoche, E., Schädling, Klima und Bekämpfung. Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- und Forstw. XVI, S. 705—775, 1929.
16. König und Dietrich, Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel. Zeitschr. d. landw. Centralv. f. Rheinpreußen 1858, aus Bachmetjew (2).
17. Komárek, J., Wichtige Neubeobachtungen aus der Biologie der Nonne. Anz. f. Schädlingskunde IX, S. 77—82, 1933.
18. Kozhantschikow, I. W., Zur Frage nach dem Temperaturoptimum des Lebens. II. Über die Temperaturabhängigkeit einzelner physiologischer Prozesse und ihre Beziehung auf das Lebensoptimum des Organismus. Zeitschr. f. angew. Entom. Bd. XX, S. 590 bis 610, 1933.
19. Lagerheim, G., Zur Frage der Schutzmittel der Pflanzen gegen Raupenfraß. Entomol. Tidskrift, Stockholm Bd. 21, S. 209—332, 1900, aus Bachmetjew (2).
20. Lambert, F., Recherches sur l'alimentation des vers à soie du mûrier. Bibliothêque de progrés agricol et viticol. 1891. Aus Bachmetjew (2).
21. Lebedev, A. G., und Savenkov, A. N., Die Nahrungsnormen des Kiefernspinners. Zeitschr. f. angew. Entom. XIX, S. 85—103, 1932.
22. Maercks, H., Der Einfluß der Nahrung auf die Entwicklung der Nonnenraupe. Arb. phys. angew. Entom. 2, S. 175. Berlin-Dahlem 1935.
23. Petersen, H., Ernährung der Insekten. Naturw. Wochenschr. 28, S. 433. Jena 1913.
24. Pütter, A., Die Auswertung zahlenmäßiger Beobachtungen in der Biologie. Berlin und Leipzig 1929.
25. Schäperclaus, W., Lehrbuch der Teichwirtschaft. Berlin 1933.
26. Schwerdtfeger, F., Untersuchungen über Dauer des Eistadiums, Wachstum und Stoffwechsel des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius* L.). Zeitschr. f. angew. Entom. Bd. XVI, S. 513—526.
27. Taranukha, M., Methods for Determining the Feeding Rates of *P. dispar* L. Summary. Trav. Inst. Zool. Biol. Acad. Sci. Ukraine, Vol. XIV, p. 104—109. Kiew 1937.
28. Thienemann, A., Der Nahrungskreislauf im Wasser. Verhandl. D. Zool. Ges. 31. Vers. Leipzig 1926.
29. Titschak, E., Untersuchungen über den Temperatureinfluß auf die Kleidermotte (*Tineola biselliella* Hum.). Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 124, S. 213—251, 1925.
30. Uvarov, B. P., Insect Nutrition and Metabolism. A Summary of Literature. Trans. Ent. Soc., London, 31, p. 255—343, December 1928.
31. Wilke, S., Über die Bedeutung tier- und pflanzengeographischer Betrachtungsweise für den Forstschutz. Arb. Biol. Reichsanst. für Land- und Forstw. XVII, S. 583 bis 675. Berlin 1931.
32. Zwölfer, W., Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Zeitschr. f. angew. Entom. Bd. XIX, S. 497—513, 1932.
33. — — Studien zur Ökologie, insbesondere zur Bevölkerungslehre der Nonne, *Lymantria monacha* L. (Vermehrungspotential und Sterblichkeit der Entwicklungsstufen in ihren Beziehungen zur Temperatur und Luftfeuchtigkeit.) Zeitschr. f. angew. Entom. Bd. XX, S. 1—50, 1933.
34. — — Die Temperaturabhängigkeit der Entwicklung der Nonne (*Lymantria monacha* L.) und ihre bevölkerungswissenschaftliche Auswertung. Zeitschr. f. angew. Entom. Bd XXI, S. 333—384, 1934.

Beiträge zur Lebensweise und Bekämpfung der Mehlmotte, Ephestia kuehniella Z. (Pyralidae, Phycitinae).

Von

Georg Kunike.

(Biologische Reichsanstalt, Berlin-Dahlem.)

(Mit 12 Abbildungen.)

Inhalt.

Seite

A. Allgemeiner Teil 589
1. Herkunft. — 2. Vorkommen. — 3. Schaden. — 4. Zucht der Mehlmotte.
B. Biologisch-experimenteller Teil 591
I. Imagines 591
1. Morphologie. — 2. Zahlenverhältnisse der Geschlechter. — 3. Lebensdauer. — 4. Kopulation. — 5. Überwinterung und Generationsfolge
II. Eier 592
1. Eiablage. — 2. Anzahl. — 3. Morphologie. — 4. Entwicklungsdauer. — 5. Verhalten bei tiefen Temperaturen.
III. Raupe und Puppe 595
1. Morphologie der Raupe. — 2. Lebensgewohnheiten. — 3. Entwicklungsdauer — 4. Puppe. — 5. Gesamtentwicklungsdauer.
IV. Die Nahrung der Mehlmottenraupe 597
V. Lebensvorgänge 601
VI. Feinde und Parasiten 601
C. Praktischer Teil 602
I. Vorkommen und Feststellung 602
II. Bekämpfungsmaßnahmen 602
1. Bauliche Maßnahmen und Sauberkeit. — 2. Bekämpfung mit gasförmigen Mitteln. — 3. Vernebelung gegen Mehlmottenfalter. — 4. Bekämpfung in Bäckereien und im Haushalt.

A. Allgemeiner Teil.

Die Mehlmotte, *Ephestia kuehniella* Z., Familie Zünsler, *Pyralidae*, Unterfamilie *Phycitinae*, ist in Deutschland erst seit etwa 60 Jahren bekannt. Im Jahre 1877 erhielt der Stettiner Entomologe Zeller von Professor Dr. Kühn, dem Direktor des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle, einige Kleinschmetterlinge eingesandt, die sich in einer Mühle, welche viel amerikanischen Weizen vermahlte, ausgebreitet und auch schon Schaden angerichtet hatten. Zeller bestimmte die bis dahin für Deutschland noch unbekannte Art als die Pyralidengattung *Ephestia* und benannte sie nach dem Entdecker *Ephestia kuehniella*. — Man nahm damals allgemein an, daß es sich um eine in Nordamerika beheimatete Art handelte. Auch als etwa 10 Jahre später die Mehlmotte häufiger in England auftrat, glaubte man, daß die Einschleppung mit amerikanischem Mehl über Mittelmeerhäfen erfolgt sei. Eine diesbezügliche Anfrage aus England in Nordamerika im Jahre 1889, ergab aber die Antwort, daß die Mehlmotte in den Vereinigten Staaten unbekannt sei. Diese Antwort mußte allerdings bald revidiert werden, da nachträglich festgestellt wurde, daß sich schon ältere Stücke der Mehlmotte aus Amerika im amerikanischen Nationalmuseum befanden. Trotzdem wurde dann im Jahre 1890 im American Naturalist die Mehlmotte als ein für die Vereinigten Staaten neuer Schädling beschrieben, als ihre Heimat das Mittelmeergebiet angegeben (Mediterranean Flourmoth) und angenommen, daß ihre Einschleppung mit Saatweizen oder mit leeren Säcken erfolgt wäre. — Nach anderen Angaben sollte die Mehlmotte aus Indien in die Mittelmeerhäfen gelangt sein. Wir wissen nun aus weiteren Quellen, daß die Mehlmotte schon im Jahre 1880 in Guatemala und 1881 in Mexiko als Mühlenschädling aufgetreten ist. Es ist daher wahrscheinlicher, daß Mittelamerika das Ursprungsgebiet der Mehlmotte ist, und daß sie sich auf zwei Wegen ausgebreitet hat: der erste Weg führte über die südamerikanischen Staaten und das Mittelmeer nach Europa, der zweite über Nordamerika und Kanada. — Heute ist die Mehlmotte in allen Erdteilen verbreitet.

Die Mehlmotte kommt bei uns nicht im Freien vor. Ihr Aufenthaltsort sind geschlossene Räume, in erster Linie die Dampfmühlen, in welchen das ganze Jahr hindurch, also auch in den Wintermonaten, verhältnismäßig günstige Temperaturen vorhanden sind. In Wind- und Wassermühlen wird sie nur während der Sommermonate angetroffen. Der angerichtete Schaden besteht nicht nur in dem Verlust der Mehlmenge, die von den Raupen gefressen wird, sondern ganz besonders darin, daß die Raupen überall, wo sie sich aufhalten, Gespinste anfertigen. Hierdurch entstehen an den Wänden der Fallrohre, an den Gurten und Bechern, in den Schnecken und den Maschinen mehlhaltige Gespinstüberzüge, die mit der Zeit immer dicker werden. Wird nichts dagegen getan, so wird nach und nach der Mahlgang verstopft, bis der Mühlenbetrieb stillgelegt werden

muß. — Durch den Mehlmottenbefall gehen jährlich große Mengen von Mehl, das in den Gespinsten hängen bleibt, für die menschliche Ernährung verloren und außerdem erwachsen den Mühlen Kosten für die Durchführung von Bekämpfungsmaßnahmen. Der jährlich durch die Mehlmotte in Deutschland verursachte Schaden kann auf rund 5 Millionen Reichsmark veranschlagt werden.

Über die Mehlmotte besteht eine ziemlich umfangreiche Literatur, die sich mit der Lebensweise[1]), der Bekämpfung[2]), mit genetischen Faktoren usw. beschäftigt. Im folgenden sollen nur die Ergebnisse eigener Untersuchungen aufgezeigt werden, wobei sich diese besonders auf die Gebiete erstrecken, die von Interesse für die Praxis und von wirtschaftlicher Bedeutung sind.

Die Mehlmotte läßt sich im Laboratorium das ganze Jahr hindurch züchten, da sie keine besonderen Anforderungen an die Umweltsbedingungen stellt. (Je weniger Ansprüche ein Schädling an die Umweltsverhältnisse stellt, desto häufiger und verbreiteter ist er und um so leichter läßt er sich im Laboratorium züchten.) Wenn man Zuchten in regelmäßigen Zeitabständen ansetzt, hat man das ganze Jahr hindurch Motten, Eier, Raupen und Puppen zur Verfügung. Man gibt ein Gemisch von Haferflocken und Weizen- oder Roggenmehl (s. a. den Abschnitt über die Nahrung der Raupe) in ein Dreiliterglas, so daß dieses etwa zu einem Viertel gefüllt ist, und dazu rund 1000 Eier. Die Eier gewinnt man durch Ansetzen der Motten im Prellschen Topf. 1000 Eier werden einmal abgezählt, in ein Glasröhrchen geschüttet, das markiert wird; bei dem späteren Ansetzen wird dann das Gläschen bis zur Marke gefüllt. — Die Gläser werden mit Nessel zugebunden und vor direktem Licht geschützt aufgestellt. In den Sommermonaten schlüpfen die ersten Falter ungefähr nach 6 Wochen, in den Wintermonaten nach 8 Wochen. Die erwachsenen Raupen verlassen zum Teil das Futtergemisch und kriechen an den Glaswänden hoch, um sich an der Stoffbindung einzuspinnen. Hierdurch kann man leicht ausgewachsene Raupen für bestimmte Versuche gewinnen. Will man Motten einzeln erhalten, so setzt man jede Raupe in ein kleines Glasschälchen, auf dessen Boden man ein zickzackförmig gekniffes Stück Fließpapier zum Einspinnen legt.

Die Entwicklung der Mehlmottenzuchten wird durch einige Parasiten gefährdet: die Kugelbauchmilbe, *Pediculoides ventricosus* Newp., welche Raupen und Puppen aussaugt; die Raubmilbe *Typhlodromus tineivorus* Oudemans, die auf den Motten umherkriecht und die abgelegten Eier aussaugt; die Schlupfwespe *Microbracon hebetor* Say., welche erwachsene

[1]) Burkhardt, Dr. Franz, Zur Biologie der Mehlmotte (*Ephestia kuehniella* Zell.). Zeitschr. f. angew. Ent. VI, S. 25—60, 1920.

[2]) Frickhinger, H. W., Die Mehlmotte. Schilderung ihrer Lebensweise und ihrer Bekämpfung mit besonderer Berücksichtigung der Cyanwasserstoffdurchgasung. München 1918.

Raupen durch einen Stich lähmt und ihre Eier an der Außenhaut der Raupe ablegt, und die Mehlmottenschlupfwespe, *Nemeritis canescens* Westw., welche ihre Eier vermittels der Legeröhre meist in frisch eingesponnene Raupen legt. — Da die letztere auch von außen durch die Nesselbindung der Zuchtgläser die unter dem Stoff sitzenden Raupen parasitieren kann, empfiehlt es sich, auf das zugebundene Dreiliterglas einen passenden Holz- oder Metallring von 1 cm Höhe zu setzen und darüber eine zweite Stoffbindung zu befestigen. Es ist dann der *Nemeritis* nicht mehr möglich, mit ihrem Legestachel an die Raupen zu gelangen. — Über die praktische Bedeutung von Parasiten und Feinden wird in dem betreffenden Abschnitt gesprochen.

B. Biologisch-experimenteller Teil.

I. Imagines.

Die Mehlmotte (Abb. 1) ist staubgrau gefärbt ohne jede rötliche Einmischung mit mehr oder weniger scharfen dunklen Querstreifen auf den Flügeldecken. Der äußere Querstreifen unter dem Vorderrand ist basalwärts spitz gebrochen. Die Hinterflügel sind halb durchscheinend und fast rein weiß. Das Gesicht ist glatt, die Fühler des Männchens sind kurz bewimpert, die Palpen aufgebogen mit aufgerichtetem Endgliede, die Nebenpalpen sind deutlich. Die bei Männchen und Weibchen fadenförmigen Fühler sind etwas kürzer als die halbe Körperlänge; sie werden in der Ruhelage auf den Rücken gelegt. Die Beine sind zum schnellen Laufen und Springen geeignet. Die männlichen und weiblichen Falter sind äußerlich kaum unterscheidbar: bei den Männchen treten bei einem sanften Druck auf den Hinterleib die Klammerorgane, bei den Weibchen die Legeröhre hervor. Die durchnittliche Länge beträgt von der Stirn bis zum Hinterleibsende 11 mm, die Länge der Vorderflügel 12 mm.

Es kommen aber auch größere und wesentlich kleinere Stücke vor. Die zahlenmäßige Verteilung der Geschlechter ist ungefähr gleich. Von 326 in einem Zeitraum von 4 Tagen geschlüpften Faltern waren 161 männliche und 165 weibliche. Obwohl die Falter einen entwickelten Saugrüssel haben, nehmen sie keinerlei Nahrung, die ja auch nur flüssig sein könnte, zu sich. Auch für Wasser zeigen sie kein Bedürfnis. Die Lebensdauer hängt von der Temperatur, aber auch von der Kopulationsmöglichkeit ab. Männchen und Weibchen leben z. B. bei 22° C nach stattgefundener Kopulation bzw. Eiablage 6—9 Tage. Ohne Kopulationsmöglichkeit, was in der Praxis kaum vorkommt, beträgt die Lebensdauer der Männchen bei Zimmertemperatur 8—13 Tage, die der Weibchen 11—14 Tage. Die Kopulation erfolgt schon bald nach dem Schlüpfen, meist am gleichen Tage bei Beginn der Dämmerung. Vorher sitzen die unbegatteten Weibchen mit aufwärts gekrümmten, durch die Flügel gestecktem Hinterleib, wobei sie zuweilen die Legeröhre herausstecken. Die Männchen umtanzen

die Weibchen vor der Begattung unter lebhaftem Flügelschwirren und heben gleichfalls den Hinterleib aufwärts, wobei die Klammerorgane hervorgestreckt werden. Die Kopulation erfolgt dann meist von der Seite her, wonach die Tiere, mit den Hinterleibsenden verbunden in einer Ebene eine Ruhelage einnehmen. Die Kopulationsdauer beträgt 3 bis 24 Stunden. Für die Ablage sämtlicher Eier genügt eine einmalige Begattung. Die Männchen sind mehrmals kopulationsfähig. Die Mehlmottenweibchen legen auch parthenogenetisch Eier ab. Es wurden Gelege von 135 und 170 Eiern beobachtet. Die unbefruchteten Eier sind an der etwas ins Gelbliche gehenden Farbe kenntlich; sie trocknen bald ein, ohne daß es zur Embryonalentwicklung kommt.

Abb. 1. Mehlmotten, sitzend. Vergr. 3fach, Original.

In den Dampfmühlen sind auch während der Wintermonate immer einzelne Falter zu finden. Der größte Teil der erwachsenen Raupen überliegt allerdings, teilweise schon eingesponnen den Winter und verpuppt sich erst bei Eintritt wärmeren Wetters im Frühjahr. Die erste Mottengeneration erscheint je nach der Witterung im April oder Mai, die zweite im Juli und die dritte im September bis Oktober. Da die Mehlmotte in ihren Entwicklungsstadien eine große Variationsbreite aufweist, überschneiden sich die einzelnen Generationen. Es finden sich also das ganze Jahr hindurch in jeder Mühle neben den nur dreimal auftretenden Hauptmengen von Motten auch vereinzelte und Raupen aller Entwicklungsstadien.

II. Eier.

Die weiblichen Falter beginnen schon wenige Stunden nach der Begattung, meist in den darauffolgenden Abend- oder Nachtstunden, mit der

Eiablage, welche bei Zimmertemperatur selten länger als 8 Tage dauert. Dabei werden am ersten, bzw. in den ersten zwei Tagen die meisten Eier abgelegt; an den folgenden zwei Tagen meist weniger als die Hälfte der Anzahl der beiden ersten Tage und an den letzten Tagen nur noch einzelne. Die Eier werden einzeln oder in Häufchen an Wände oder Gespinste innen in den Fallrohren und Maschinen und außen in die Ritzen von Klappen und Deckeln, aber auch an Säcken usw. abgelegt. Die Anzahl der von einem Weibchen abgelegten Eier schwankt; im Höchstfalle wurden bei einem Weibchen 562 Eier, im geringsten Falle 148 gezählt. Durchschnittlich dürfte die Anzahl der von einem Weibchen abgelegten Eier rund 300 betragen. Die Eier sind weiß, glänzend, opalescent und von elipsoider Form (Abb. 2). Die Oberfläche ist eben und grob gekörnt. Die durchschnittliche Länge beträgt 0,53 mm, die größte Breite 0,29 mm. Die Eier werden nach einigen Tagen gelblich, bis kurz vor dem Schlüpfen durch das bräunlichgelbe Ei die dunkelbraune Kopfkapsel der jungen Larve hindurchschimmert.

Abb. 2. Eier der Mehlmotte. Vergr. 40fach, Original.

Die Embryonalentwicklung im Ei ist von der Temperatur abhängig. Je tiefer die Temperatur ist, desto länger dauert die Entwicklung und um so höher ist der Prozentsatz der während der Entwicklung absterbenden Eier. Die nachstehenden Zahlen geben einen Überblick über die Dauer der Embryonalentwicklung bei verschiedenen Temperaturen und den Prozentsatz der schlüpfenden Jungraupen.

Die in Prozenten angegebenen Schlüpfzahlen sind abgerundet. Die mit 100 % angegebenen Zahlen bedeuten, daß fast sämtliche Raupen geschlüpft sind. Ein tatsächlich 100prozent. Schlüpfen aus den Eiern laßt

Temperatur °C	Entwicklungsdauer Tage	Schlüpfzahl %	Absterbezahl %
14	30	50	50
16	18	75	25
19	9	80	20
21	7	100	—
24	6	100	—
26	5	100	—
28	4	100	—
31,5	3,5	100	—

sich nur bei optimalen Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen erreichen. — Über 32° C trocknen die Eier ein. Unter 12° C behalten die Eier etwa 30 Tage ihre Entwicklungsfähigkeit, sterben dann aber ab. Eingehende Untersuchungen über die Abhängigkeit der Embryonalentwicklung im Ei von verschiedenen Temperaturen sind von Hase[1]) durchgeführt worden.

Zur Feststellung, wie lange Mehlmotteneier bei tiefen Temperaturen lebensfähig bleiben und welcher Prozentsatz zur Entwicklung kommt, wurden Eier in einen Kälteschrank von + 4° C gebracht. Alle drei Tage wurden je 1000 davon in Zimmertemperatur überführt. Es zeigte sich, daß die Embryonalentwicklung dabei nur um die Kältetage verzögert wird. Beträgt die Embryonalentwicklung bei Zimmertemperatur 6 Tage, so kommen bei Kaltstellen die jeweiligen Kältetage dazu. Der Prozentsatz schlüpfender Raupen wird allerdings mit jeder dreitägigen Kälteperiode geringer, bis er nach 30 Kältetagen praktisch gleich Null wird. Die nachstehenden Zahlen geben einen Überblick über die Dauer der Embryonalentwicklung bei den verschiedenen Kälteperioden und über den Prozentsatz schlüpfender Jungraupen.

Kältetage	Geschlüpft nach Tagen	Davon		Schlüpfprozentsatz %
		Embryonal-Entwicklung	Kältetage	
3	9	6	3	98
6	12	6	6	95
9	15	6	9	93
12	18	6	12	90
15	21	6	15	85
18	24	6	18	50
21	27	6	21	10
24	30	6	24	1
27	33	6	27	0,1
30	—	—	—	0

[1]) Hase, Albrecht, Über Temperaturversuche mit den Eiern der Mehlmotte (*Ephestia kuehniella* Zell.). Arb. a. d. Biol. Reichsanst. XV, S. 109—133, 1928.

Wie bereits vorher erwähnt, waren die bei verschiedenen Temperaturen mit 100 % angegebenen Schlüpfzahlen nur als summarisch anzusehen. Bei durchschnittlicher Zimmertemperatur und Feuchtigkeit, wie sie im Sommer auch ähnlich in den Mühlen herrschen dürften, schlüpfen 88—99 % der Jungraupen aus den Eiern, so daß unter diesen Verhältnissen die Eisterblichkeit im Durchschnitt 6 % beträgt, also verhältnismäßig gering ist. Hierbei sei gleichzeitig erwähnt, daß die Gesamtsterblichkeit aller Stadien bis zum Schlüpfen der Falter unter den gleichen äußeren Verhältnissen ebenfalls gering ist: aus 100 abgelegten Eiern entwickelten sich in 10 Parallelversuchen im geringsten Falle 71 Falter, im höchsten 86, also durchschnittlich 78,7. Die Gesamtsterblichkeit beträgt also auch nur rund 21 %. Selbst wenn die Sterblichkeit unter praktischen Verhältnissen in der Mühle höher liegt, so ist doch die Vermehrungszahl der Mehlmotte im Verhältnis zu anderen, besonders im Freien lebenden Insekten, als hoch anzusehen. Hieraus erklärt sich auch die immer wieder einsetzende Massenvermehrung in den Mühlen.

III. Raupe und Puppe.

Die aus den Eiern schlüpfenden Jungraupen sind außer der bräunlichen Kopfkapsel gelblichweiß gefärbt. Am Kopfe befinden sich die Punktaugen, Sinnesorgane, Freßwerkzeuge und die Ausführungsmündungen der Spinndrüsen; es folgen die drei Brustringe mit je einem Beinpaar, dann kommen zwei freie Leibesringe, vier Ringe mit je zwei Bauchfüßen, drei weitere freie Leibesringe und der letzte Leibesring mit den beiden Nachschiebern. Im ganzen sind also außer dem Kopf 13 Leibesringe vorhanden. Der Körper weist vereinzelte längere abstehende Haare auf. Die durchschnittliche Länge der Eiraupen beträgt 1,1 mm bei 0,15 mm Breite. Die leeren Eihüllen sind weißlich und zeigen nur ein kleines Loch, welches die Raupe zum Ausschlüpfen gefressen hat.

Die Raupen begeben sich sogleich nach dem Schlüpfen auf Nahrungssuche und können dabei 1—2 Tage hungern. Sie beginnen sogleich zu spinnen, indem sie aus den neben dem Munde befindlichen Spinndrüsenöffnungen unter Bewegen des Kopfes von der einen zur anderen Seite einen zickzackförmigen Weg vor sich her spinnen, der ihnen das Kriechen erleichtert und sogar das Aufsteigen an senkrechten Glaswänden ermöglicht. — Die Ernährung der Mehlmottenraupe wird in einem besonderen Abschnitt behandelt. Die Raupen leben innerhalb des Nährsubstrates meist in einem Fraßgange aus Gespinst. Von außen werden Nahrungsteilchen daran gesponnen, wodurch, wenn mehrere Raupen zusammenleben, mit der Zeit immer größer werdende Gespinstklumpen entstehen. Hat die Mehlmottenraupe eine ihr zusagende Futterstelle gefunden, so bleibt sie meist dort, bis sie ausgewachsen ist. Auch bei der Mehlmottenraupe zeigt sich die auch bei anderen Insekten bekannte Erscheinung, einer zahlreicheren und kräftigeren Entwicklung, wenn zahlreiche Tiere in einem Gespinstklumpen

zusammenleben, vorausgesetzt, daß genügend Nahrung für alle vorhanden ist. Zum Teil ist dies auf die erhöhte Temperatur, die sich in solchen Klumpen bildet, zurückzuführen. Bis zum ausgewachsenen Zustande macht die Mehlmottenraupe 4—5 Häutungen durch. Sie wird bis 15 mm lang (Abb. 3) und ist weißlich, gelblich, grünlich oder rosa gefärbt. Die Raupen, welche männliche Falter ergeben, sind an dem sogenannten Hodenfleck, einem dunklen Fleck in der Mitte des Rückens, kenntlich.

Die gleichfalls von der Temperatur, aber auch weitgehend von der Nahrung abhängige Entwicklungsdauer der Raupe beträgt bei geeigneter Nahrung und einer günstigen Entwicklungstemperatur, z. B. 26° C, im kürzesten Falle 24 Tage. Bei tieferen Temperaturen und bei einer weniger geeigneten Nahrung kann die Larvendauer mehr als ein Jahr betragen. Die erwachsenen Raupen sind gegen tiefe Temperaturen weniger empfindlich als die Eier. Temperaturen von 0° können von ihnen mehrere Monate ertragen werden. Die erwachsenen Raupen sind daher das überwinternde Stadium. Wenn die Raupen ausgewachsen sind, verpuppen sie sich entweder an der festen Fläche unter ihrem Nährsubstrat oder sie wandern von der Futterstelle ab, um sich in Winkeln und Spalten zu verpuppen. Hierzu spinnt die Raupe zuerst ein lockeres Gewebe und darin einen festeren Kokon. Ausführliche Angaben über die Anlage der Gespinste und den Bau des Kokons finden sich bei Hase[1]). Im Kokon liegt die Raupe noch 1—7 Tage regungslos, bis sie die letzte Raupenhaut abstreift und die zuerst grünliche, dann hellbraune und zuletzt dunkelbraune Puppe ergibt. Sie zeigt das übliche Bild der Schmetterlingspuppe (Abb. 4). Ihre durchschnittliche Länge beträgt 10 mm (gemessene Längen von 8 bis 11 mm). Auch die Dauer der Puppenruhe hängt von der Temperatur ab. Sie beträgt bei 22° C durchschnittlich 12 Tage. Kurz vor dem Schlüpfen färbt sich der vordere Teil der Puppe, Kopf, Flügel und Beinanlagen, grauschwarz. Die Motte sprengt den vorderen Kopfbrustteil der Puppenhülle auf und schlüpft. Die zuerst kurzen und weichhäutigen Flügel strecken sich erst nach einigen Stunden.

Abb. 3. Raupen der Mehlmotte. Vergr. 5fach, Original.

[1]) Hase, Albrecht, Untersuchungen und Beobachtungen über die Gespinste und über die Spinntätigkeit der Mehlmottenraupen *Ephestia kuehniella* Zell. Arb. a. d. Biol. Reichsanst. XIII, S. 79—128, 1925.

Schon wenige Stunden nach dem Ausschlüpfen sind die Mehlmotten begattungsfähig.

Die Gesamtentwicklungsdauer, die z. B. bei 26° C 37 Tage beträgt (die letzten Falter aus dem gleichen Gelege schlüpfen unter den gleichen

Abb. 4. Puppe der Mehlmotte in geöffnetem Kokon. Vergr. 5fach, Original.

Bedingungen allerdings erst nach mehr als 70 Tagen), verteilt sich, wie folgt:

Embryonalentwicklung im Ei . . .	5 Tage
Dauer des Raupenlebens	24 „
Dauer der Puppenruhe	8 „
zusammen	37 Tage.

IV. Die Nahrung der Mehlmottenraupe.

Die Raupe der Mehlmotte ernährt sich in erster Linie von Mehl, welches ihr in den Mühlen stets in reichlicher Menge zur Verfügung steht. Sie kann sich ganz allgemein von der pflanzlichen Stärke ernähren, wie sie in den vier Getreidearten, in Reis, Mais, Buchweizen und Hirse, ferner in Teigwaren (Abb. 5), Hülsenfrüchten, Kakaobohnen, Mandeln, Nüssen (Abb. 6), Erdnüssen, Sämereien, Backobst u. a. enthalten ist. Das gilt sowohl für die ganzen Körner als auch für die Vermahlungserzeugnisse, wie Mehle, Schrote und Flocken.

Die Versuche sollten klären,

1. an welchen Stoffen die Mehlmottenraupe ihre volle Entwicklung durchmachen kann,
2. an welchen Stoffen die Entwicklung in der kürzesten Zeit erfolgt, und
3. an welchen Stoffen sich aus der gleichen Eizahl die meisten Falter entwickeln.

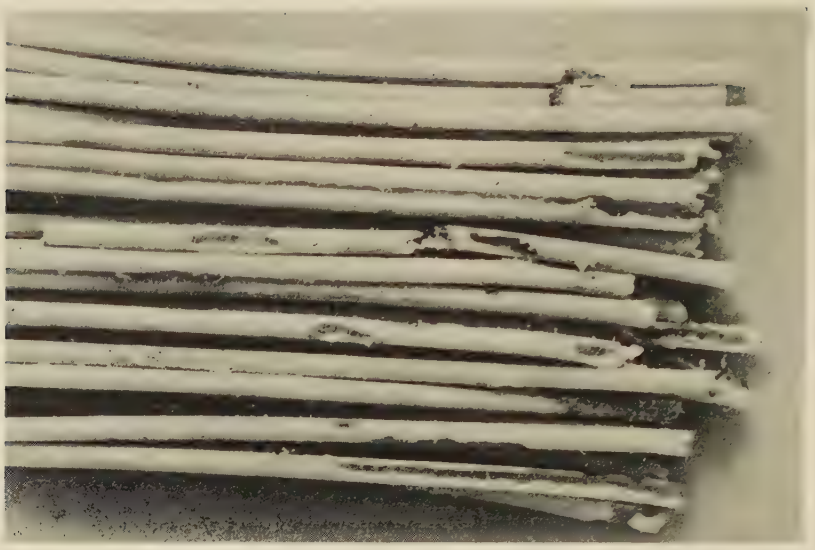


Abb. 5. Fraß von Mehlmottenraupen an Makkaroni. Original.

Für diese Versuche wurden die Eier den laufenden Zuchten entnommen, um eine gewisse Gewähr für die Gleichwertigkeit des Eimaterials zu haben. Die Versuchsgläser mit dem Nahrungsstoff und je 1000 Eiern wurden unter gleichen Bedingungen gehalten. Sie standen in einem Wärmeschrank

Abb. 6. Fraß von Mehlmottenraupen an Nüssen in Schokolade. Original.

von ziemlich gleichbleibender Temperatur von 26° C. Außer der Nahrung waren also für alle Raupen die Umweltsbedingungen: Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Lichtmenge usw. die gleichen. Für diese Fraßversuche wurden solche Stoffe ausgewählt, von denen anzunehmen war, daß sie gefressen würden, und die wirtschaftlich auch eine Rolle spielen. Sie werden nachstehend aufgeführt:

1. Weizen
2. Weizenmehl
3. Roggen
4. Roggenmehl
5. Gerste
6. Gerstengraupen
7. Hafer
8. Hafermehl
9. Haferflocken
10. Grünkern
11. Grünkernmehl
12. Mais
13. Maisbackmehl
14. Reis, ungeschält
15. Reis, geschält
16. Reisspeisemehl
17. Reisfuttermehl
18. Hirse, ungeschält
19. Buchweizen, ungeschält
20. Buchweizengrütze
21. Tapioka, ganze Stücke
22. Tapiokamehl
23. Keks
24. Nudeln
25. Makkaroni
26. Erbsenschrot
27. Bohnenschrot
28. Linsenschrot
29. Süßlupinenschrot
30. Kakaobohnen
31. Kakao
32. Süße Mandeln
33. Haselnüsse
34. Erdnüsse
35. Leinsaat
36. Backobst
37. Rosinen
38. Kartoffelflocken
39. Kartoffelstärkemehl
40. Kartoffelwalzmehl

Keine Entwicklung erfolgte an ungeschältem Reis, Linsenschrot, Süßlupinenschrot, Kakao, Rosinen und den Kartoffelstärkeerzeugnissen. Unsicher ist dies Ergebnis nur für Linsenschrot und Kakao, woran vielleicht bei anderen als den hier vorliegenden Sorten eine Ernährung möglich ist; bei den für diese Versuche vorliegenden Proben gelang die Aufzucht trotz mehrfacher Wiederholung nicht. Bei den anderen Stoffen erfolgte die Entwicklung teils in kürzerer teils in längerer Zeit mit dem Ergebnis größerer und kleinerer Gesamtschlüpfzahlen. Eingehend ist darüber im „Anzeiger für Schädlingskunde“ XIV, 9, 1938 unter dem Titel: „Die Feststellung des Nährwertes verschiedener Stoffe durch Fraßversuche mit Vorratsschädlingen“ berichtet worden.

Die schnellste Entwicklung erfolgte bei solchen Mehlen, Schroten und Flocken, in denen auch die Kleiebestandteile, und damit höhere Nährwerte, enthalten sind, und die infolge ihrer geringen Teilchengröße auch von den jungen Raupen leicht gefressen werden können. Es folgen dann die ganzen Körner, die natürlich auch alle Nährwerte enthalten; dann die Mehle, die zwar aus sehr feinem Material bestehen und deswegen leicht

angegriffen werden können, in denen aber nicht mehr sämtliche Kleiebestandteile enthalten sind. Es schließen sich die Hülsenfrüchte an, deren Schrote verhältnismäßig hart und besonders für die Jungraupen etwas schwerer angreifbar sind, aber alle Nährwerte enthalten. Erdnüsse haben scheinbar einen geringeren Nährwert. Hafer ist zwar als Nahrung hochwertig, durch die glatten und festen Hüllspelzen aber für die Raupen schwer angreifbar. Längere Zeit dauert die Entwicklung an Leinsaat, süßen Mandeln und Backobst, am längsten bei Kakaobohnen, die trotz teilweiser Zerkleinerung ein sehr hartes, schwer angreifbares Material mit hinzukommendem geringen Nährwert darstellen.

Die größte Anzahl der aus gleichen Eimengen geschlüpften Falter läßt den Nährwert der einzelnen Stoffe noch deutlicher in Erscheinung treten. Die höchsten Zahlen liegen auch hier wieder bei den Stoffen vor, in welchen noch alle Nährstoffe enthalten sind. Hierbei tritt besonders der Nährwert von Rohreis und Hülsenfrüchten in Erscheinung. Auch hier folgen dann die Mehle, die zwar nicht mehr sämtliche Kleiebestandteile enthalten, aber leicht gefressen werden können. Nach Leinsaat, Erdnüssen und Kakaobohnen, die einen geringeren Nährwert haben, folgen Hafer, Buchweizen, Nudeln und Backobst. Die geringeren Schlüpfzahlen sind bei diesen nur beim Backobst durch den geringeren Nährwert bedingt; bei den anderen Stoffen durch den Widerstand, den sie beim Fressen bieten. Beim Buchweizen sind es die harten Schalen und beim Hafer die festen Spelzen, die für die Raupe nur sehr schwer angreifbar sind. Nudeln sind hart und meist verhältnismäßig trocken und dadurch kein besonders geeignetes Nährmaterial.

Erwähnt sei noch, daß bei verschiedenen Nährstoffen Falter von verschiedener Größe schlüpften. Besonders große Motten ergaben sich aus Bohnenschrot, Roggen, süßen Mandeln und Hafermehl. Falter von nur etwa halber Durchschnittsgröße aus Gerste, Hafer und Buchweizen. Die letztere Erscheinung erklärt sich gleichfalls aus der harten Umhüllung der Körner. Jedes Durchnagen der Schale eines neuen Kornes ist für die Raupen eine Kraftanstrengung. Sie legen daher, wenn sie ein Korn leer gefressen haben, Hungerpausen ein und verpuppen sich vorzeitig, so daß Kümmerformen entstehen. Diese sind zwar voll lebensfähig, aber eben nur von geringer Größe.

Diese Versuchsreihe bezog sich auf solche Stoffe, die von wirtschaftlicher Bedeutung sind und die in größeren Mengen transportiert und gelagert werden. Außer den genannten kann sich die Mehlmotte noch in vielen anderen Dingen entwickeln, wovon nur Nährmittel verschiedener Art, getrocknete Pilze, Eßkastanien und Sämereien genannt seien. — In zahlreichen Futtermitteln tierischer Herkunft (Fleischmehl, Tierkörpermehl, Blutmehl, Fischmehl) war auch bei mehrfacher Wiederholung der Versuche eine Aufzucht nicht möglich. Schon die Eiraupen starben ab. — Die wahrscheinlichen Ursachen, weshalb auch die Kartoffelstärkeerzeugnisse

nicht als Nahrung angenommen werden, sind in der oben angegebenen Arbeit über die Feststellung des Nährwertes verschiedener Stoffe durch Fraßversuche (l. c.) erörtert worden.

V. Lebensvorgänge.

Wie bereits vorher erwähnt, überdauern die Eier der Mehlmotte Temperaturen unter 12°C nicht länger als 30 Tage. Jungraupen sind etwas widerstandsfähiger. Erwachsene Raupen und Puppen können Temperaturen bis zum Gefrierpunkt mehrere Monate ertragen. In ungeheizten Mühlen, Wind- und Wassermühlen, ist daher eine Überwinterung dieser Stadien möglich.

Die Mehlmotte selbst ist wie viele Vertreter ihrer Familie ein Dunkelheitstier. Am Tage sitzen die Falter mit dachartig gefalteten Flügeln in den Maschinen, an Rohren, Decken und Wänden. Bei Beginn der Dämmerung beginnen sie umher zu flattern. Sie legen dabei keine übermäßig weiten Flugstrecken zurück. Berührt man bei Tageslicht sitzende Motten leicht, so reagieren sie oft gar nicht darauf; manchmal kriechen sie nur ein kleines Stück weiter. Erst bei stärkerer Berührung fliegen sie ein Stück, suchen sich aber so bald als möglich zu verstecken. — Für die Verbreitung der Mehlmotten kommt weniger der Flug der Falter in Betracht. Die Ausbreitung erfolgt hauptsächlich durch Verschleppung von Eiern und Raupen mit Mehl, Säcken und Transportmitteln.

VI. Feinde und Parasiten.

Als Feinde der Mehlmotte treten zwei Käfer auf, die gleichzeitig selbst Mehlschädlinge sind, der Reismehlkäfer, *Tribolium navale* Fabr., hellbraun gefärbt und etwa 3,5 mm lang, und der Getreidenager, *Tenebrioides mauritanicus* L., glänzend schwarz und bis 11 mm lang. Käfer und Larven leben in Mühlen von Mehl, fressen aber auch die eingesponnenen Raupen und Puppen der Mehlmotte. — Ein weiterer Feind ist die Raubmilbe *Typhlodromus tineivorus* Oudemans, die oft auf den Motten sitzend gefunden wird. Ob sie sich nur von den Motten tragen läßt oder ob sie auch an ihnen saugt, ist nicht bekannt, man weiß nur, daß sie die Eier der Mehlmotte aussaugt. — Als Parasit tritt die Kugelbauchmilbe, *Pediculoides ventricosus* Newp. zuweilen an Raupen und Puppen auf. Weitere Raupenparasiten sind die Schlupfwespen *Microbracon hebetor* Say. uud *Nemeritis canescens* Westw. Die nur etwa 3 mm lange, etwas plumpere *Microbracon hebetor* lähmt ausgewachsene Raupen durch einen Stich und legt ihre Eier an die Außenhaut der Raupen. Die Larven saugen an der Raupe von außen und verpuppen sich in der Nähe in Gespinstkokons. Eingehende Untersuchungen über die Lebensweise dieser Schlupfwespe sind von Hase[1]) durchgeführt worden. Die Mehlmotten-

[1]) Hase, Albrecht, Biologie der Schlupfwespe *Microbracon hebetor* Say. *(Braconidae).* Arb. a. d. Biol. Reichsanst. XI, S. 95—168, 1923.

schlupfwespe *Nemeritis canescens* ist schlank und 7—8 mm lang. Kopf, Brust und Basis des Hinterleibes sind schwarz, das Hinterleibsende ist bräunlichgelb. Das Flügelgeäder ist bräunlich. Die Schlupfwespe legt ihre Eier in erwachsene Raupen, die sie mit der Legeröhre ansticht, ohne sie zu lähmen. In der Regel entwickelt sich in einer Mehlmottenraupe nur eine *Nemeritis*-Larve, die sich innerhalb der Raupe in einem eigenem Gespinstkokon verpuppt. Ausführlicher hat sich Beling[1]) mit der Lebensweise dieser Schlupfwespe beschäftigt. — Wenn auch die Generationsfolge der beiden Schlupfwespen schneller vor sich geht als die der Mehlmottenraupen, so sind doch bisher keine Fälle vorgekommen, wo in einer Mühle die Mehlmotten durch die Schlupfwespen ausgerottet wären. Das gleiche gilt auch für die übrigen hier aufgeführten Feinde und Parasiten.

C. Praktischer Teil.

I. Vorkommen der Mehlmotte.

Das Hauptvorkommen der Mehlmotten beschränkt sich fast ausschließlich auf die Mühlen. Da die Mehlmottenraupen sich in Getreide besonders gut entwickeln, erscheint es durchaus möglich, daß sie sich bei regelmäßiger langfristiger Getreideeinlagerung auch als Getreideschädlinge herausbilden. Aus den Mühlen gelangen Mehlmotten, meist die Eier, in Teigwarenfabriken, Läger des Groß- und Kleinhandels, Bäckereien und Haushaltungen. Durch die Plansichter werden die Eier zwar zurückgehalten; es kommt aber vor, daß Weibchen ihre Eier außen an die vollen Säcke ablegen, oder daß sich erwachsene Raupen bei der Suche nach Verpuppungsorten an den Säcken einspinnen. In den Teigwarenfabriken übersteht zwar kein Mehlmottenstadium den Herstellungsgang lebend; aber auch hier können frei fliegende Motten ihre Eier in oder an die fertigen Packungen legen; so daß sich später Raupen oder Motten in den Packungen finden.

Die ersten Anzeichen des beginnenden Mehlmottenbefalles in der Mühle sind feine Fädchen, die an den Maschinenteilen herabhängen. Sehr bald überziehen sich dann die inneren Teile, Innenwände der Fallrohre, Klappen, Deckel der Schnecken usw. mit einem feinen Gespinstbezug, der mit der Zeit immer dicker wird. Auch nach einer erfolgreich durchgeführten Begasung ist dieser Vorgang meist nach einiger Zeit wieder zu beobachten. Diese Neuverseuchung erfolgt meist durch Einschleppung der Motten mit leeren Säcken. Diese sollten daher vor Hereinnahme in einer Gaskammer entwest werden.

II. Bekämpfung.

Für die Bekämpfung der Mehlmotte kommen mechanische und chemische Maßnahmen in Betracht. Von den ersteren sind die baulichen Verhältnisse

[1]) Beling, I, Zur Biologie von *Nemeritis canescens* Grav. *(Hymen. Ophion.)*. Zeitschr. f. angew. Entom. XIX, S. 223—249, 1932.

und die Sauberhaltung von Wichtigkeit. Glatte Böden und Wände bieten den abwandernden Raupen keine Schlupfwinkel. Gasdicht schließende Fenster erhöhen die Sicherheit der Begasungswirkung. Möglichst gasdichte Maschinen lassen eine sichere Teilbegasung zu. Auch die Säuberung der Räume wird durch glatte Böden und Wände wesentlich erleichtert. Mehlreste in Fugen und Ritzen, hinter Scheuerleisten und Verschlägen, unter Brettern und Treppen sind ständige Brutstätten der Mehlmotte. Solche Mehlansammlungen müssen durch Auskratzen der Ritzen, Ausbürsten von Winkeln und Vorsprüngen und regelmäßiges Auskehren beseitigt werden. Jede an der Wand sitzende Motte soll man tot machen: sie kann die Stammutter von 500 Nachkommen in kürzester Zeit werden. Ganz besonders sind aber die Fallrohre, Elevatorköpfe, Gurte, Becher, Schnecken und Maschinen sauber zu halten. Hier sind möglichst oft alle Teile mit Drahtbürsten und Schabern zu säubern. Am sorgfältigsten ist dabei bei den schwieriger zugänglichen Stellen zu verfahren. — Die zusammengefegten oder ausgekratzten Reste müssen sofort überbrüht oder in heißes Wasser geworfen werden, da sonst die Raupen sehr bald aus den Abfallhaufen herauskriechen und wieder in die Rohre und Maschinen zurückwandern. Die überbrühten Reste können für Futterzwecke verwandt werden.

Von chemischen Maßnahmen kommen Begasungen und Vernebelungen in Betracht. Am bekanntesten und auch am sichersten ist die Begasung der ganzen Mühle mit „Zyklon“. Das jetzige in den Handel kommende Zyklon B ist ein Gemisch von stabilisierter, flüssiger, hochprozentiger Blausäure mit dem Reizstoff Bromessigsäuremethylester, das in Kieselgur oder ähnlichem, porösen Trägermaterial aufgenommen und in verlöteten Blechbüchsen verpackt ist. Wegen der hohen Giftigkeit der Blausäure für Menschen und Haustiere ist ihre Anwendung durch ministerielle Verordnung von einer Konzession abhängig. Das Zyklon wird von der „Degesch“, Deutschen Gesellschaft für Schädlingsbekämpfung, Frankfurt a. M. hergestellt. Die Zulassung der Anwendung haben die beiden Tochtergesellschaften Heerdt & Lingler, Frankfurt a. M., und Tesch & Stabenow, Hamburg. — Vor der Begasung einer Mühle oder Teigwarenfabrik müssen diese von sämtlichen Personen geräumt werden. Fenster und sonstige Öffnungen

Abb. 7. Öffnen der Zyklonbüchsen. Aufn. Degesch.

werden gut abgedichtet. Das für die Begasung benötigte Zyklon in den Büchsen wird vor dem Gebäude im Freien aufgestellt. Die Büchsen werden mit einem besonderen Apparat geöffnet (Abb. 7) und sogleich mit einer Gummiklappe verschlossen, um ein vorzeitiges Entweichen von Blausäure zu vermeiden. Dann wird der Inhalt der Büchsen an vorher festgestellten Stellen in der Mühle auf Säcken oder Papier ausgestreut (Abb. 8), um später die Rückstände leichter entfernen zu können. Nach dem Ausstreuen werden die Eingänge verschlossen (Abb. 9) und mit einer Warntafel versehen. Nach 24—48 Stunden wird die Mühle — selbstverständlich auch wieder von mit Gasmasken versehenen Leuten — gelüftet. Es ist damit zu rechnen, daß die Mehlmotten mit allen Entwicklungsstadien auch in den Gespinstklumpen abgetötet sind (Abb. 10). Späteres Wiederauftreten von Mehlmotten ist meist auf Neueinschleppung mit Säcken und anderen Transportmitteln zurückzuführen.

Abb. 8. Ausstreuen des Inhaltes. Aufn. Degesch.

Dieses Zyklonverfahren darf, wie oben angegeben, nur von konzessionierten Firmen, nicht aber vom Mühleninhaber selbst durchgeführt werden. — Eine andere Bekämpfungsart, zu welcher keine Zulassung erforderlich ist, ist das „Miag-Areginal-Begasungsverfahren für Mühlen“ der „Miag“, Mühlenbau Industrie A. G., Braunschweig. Diesem Verfahren liegt das gleiche Prinzip wie der bekannten Silobegasung mit einer besonderen Apparatur (Abb. 11) zugrunde. Das flüssige Areginal (Hersteller: I. G. Farbenindustrie A. G., Wolfen), welches sich in einem besonderen Behälter befindet, tropft auf eine indirekt beheizte Fläche, auf der es sofort verdampft. Diese Dämpfe werden durch ein Gebläse in eine Rohrleitung geführt, welche sich in allen Geschossen der Mühle befindet. An diesen Rohrleitungen sind Anschlüsse vorgesehen, die Verbindung mit den einzelnen Maschinen, wie Elevatorfuß und -kopf, Schnecke, Plansichter, Putzmaschine usw. haben (Abb. 12). Entweder wird dann die

Luft von oben angesogen und von unten wieder in den Verdunstungsapparat eingeleitet, wo sie sich von neuem mit Areginaldämpfen anreichert, oder es wird die Saugleitung ebenso wie die Druckleitung zum Einblasen der Areginaldämpfe benutzt, so daß diese von oben und von unten wirken. Um die Aufladung der in der Apparatur befindlichen Luft mit Areginaldämpfen kontrollieren zu können, ist ein besonderer Gasprüfer vorgesehen. Während der Begasung wird die Mühle stillgelegt; alle Licht- und Kraftleitungen in der Mühle werden stromlos gemacht, alle Gasflammen abgestellt. Das Eindringen der Dämpfe in die Maschinen nimmt nur einige Stunden in Anspruch. Hiernach wird die Apparatur abgestellt und das geschlossene Mahlsystem etwa 12—15 Stunden der Einwirkung der

Abb. 9. Verkleben der Außentür. Aufn. Degesch.

Abb. 10. Gespinstklumpen aus Rohren usw. Aufn. Degesch.

Dämpfe ausgesetzt. Dann werden die Rohre und Maschinen geöffnet, damit etwa noch vorhandene Gase entweichen können, wobei Fenster und Türen geöffnet werden. Durch diese Begasung wird eine Abtötung sämt-

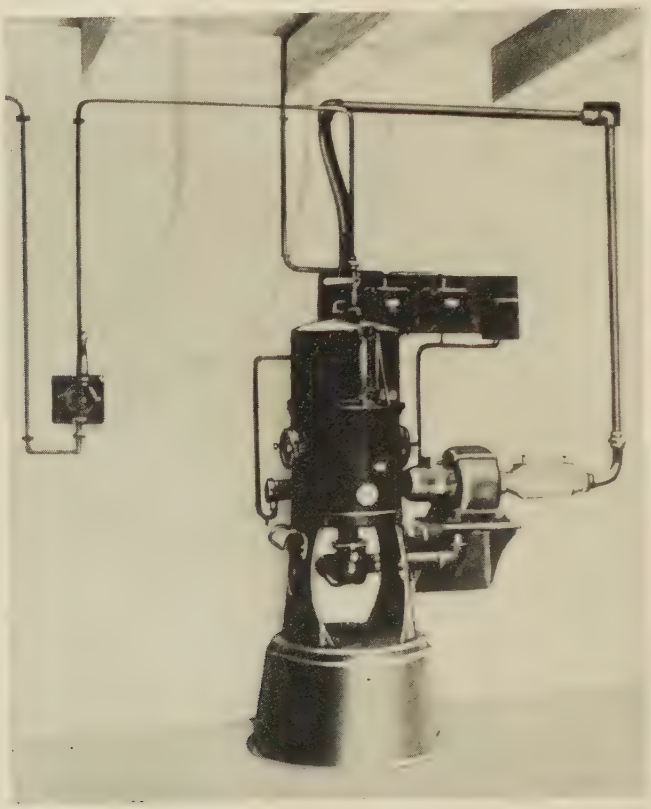


Abb. 11. Miag-Areginalbegasungsanlage für Mühlen. Aufn. Miag.

licher in Rohren und Maschinen sitzenden Motten und der in den Gespinsten sitzenden Brut erzielt. Dabei ist es ratsam, vor der Begasung dicke Gespinste in den Maschinen wenigstens zu lockern, damit sie von den Dämpfen möglichst wirksam durchdrungen werden. Nach der Begasung erfolgt eine gründliche Reinigung. Die Anlage läßt ferner eine Einzelbegasung besonders gefährdeter Stellen zu. Hierzu werden die nicht zu begasenden Teile der Mühle durch Verstopfen der Zuführungen abgeschlossen. Um einen vollen Erfolg zu erzielen, müssen die Begasungen in regelmäßigen Abständen vom Frühjahr bis zum Herbst durchgeführt werden.

Es ergibt sich aus der besonderen Art dieses Verfahrens, daß nur diejenigen Stadien der Mehlmotte abgetötet werden können, die innerhalb des geschlossenen Mahlganges sitzen. Die außerhalb an den Wänden

sitzenden Motten können also gleich nach der Begasung ihre Eier überall wieder ablegen. Um dies zu verhindern, muß neben der Maschinenbegasung noch eine Vernebelung der Räume durchgeführt werden, um die freisitzenden Motten abzutöten. Brauchbare Vernebelungspräparate sind das „Parex" der Firma I. D. Riedel-E. d'Haën, Berlin-Britz, und „Sana-Tox-Ultra" des Chemika-Institutes für Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfung, Apotheker E. Burschik, Berlin-Wilmersdorf. Beide Präparate werden mit einem Elektro-Vernebler vernebelt; Parex in einer Aufwandmenge von 50 ccm vermischt mit 150 ccm Wasser, Sana-Tox-Ultra 50 ccm unverdünnt, auf 100 cbm Luftraum. Der Raum wird nach der Vernebelung etwa 24 Stunden geschlossen gehalten. Die Motten flattern bei Beginn der Vernebelung aufgeregt umher, fallen aber bald zu Boden und können, auf dem Rücken liegend, noch zwei bis drei Tage zuckende Bewegungen ausführen. Da sie während dieser Zeit noch entwicklungsfähige Eier ablegen, müssen sie gleich nach der Vernebelung zusammengefegt und vernichtet werden.

Auf die Wichtigkeit der Entwesung gebrauchter Säcke wurde bereits früher hingewiesen. Sie erfolgt bei dem Zyklonverfahren durch

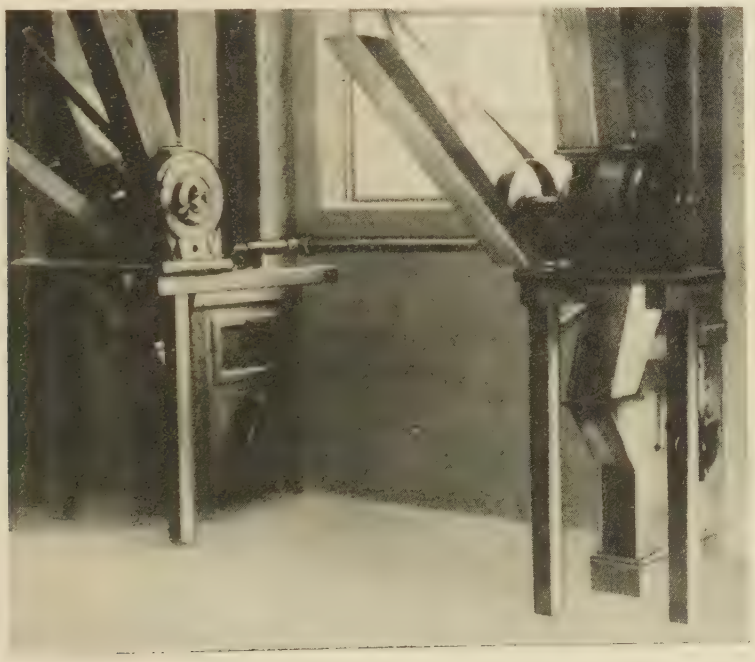


Abb. 12. Miag-Areginalmühlenbegasung. Zuleitung an Elevator. Aufn. Miag.

Mitbegasen der locker liegenden oder aufgehängten Säcke, bei dem Miag-Verfahren durch Begasen in einer besonderen Gaskammer, welche an die Begasungsanlage angeschlossen wird. In solchen gasdichten Kammern

können auch Säcke mit T-Gas, der T-Gasgesellschaft für Schädlingsvernichtung, Frankfurt a. M., entwest werden.

Mehlmotten werden auch bisweilen in Bäckereien eingeschleppt. Die sicherste Verhütung einer stärkeren Vermehrung ist der baldige Verbrauch des Mehles. Nach dem Absieben von Mehl sollen die in den Gespinsten sitzenden Raupen durch Überbrühen oder Erhitzen sofort unschädlich gemacht werden. Auch in den Bäckereibetrieben ist die Sauberhaltung eine grundsätzliche Forderung. Um den Schädlingen keine Schlupfwinkel zu geben, sollen auch hier Böden und Wände glatt und fugenlos sein. Blausäurebegasung und Parexvernebelung kommen allgemein nur für Großbetriebe in Betracht. — Im Haushalt wird man gegen Mehlmotten mit regelmäßiger Durchsicht der Bestände und gelegentlichem Absieben auskommen.

(Aus der Forschungsstelle für Nonnenbekämpfung und der Zoologischen Abteilung der Sächsischen Forstlichen Versuchsanstalt Tharandt.)

Schädigungen an Laub- und Nadelholz durch Novosil und verwandte Stäubemittel und deren Wirkung auf Nonnenraupen und Nematuslarven.

Von

Hellmuth Gäbler, Tharandt.

(Mit 2 Abbildungen.)

Da an den besonders mittels Stäubegiften aus der Kresolgruppe (Dinitro-Orthokresol) bestäubten Beständen oftmals Schädigungen in verschieden starkem Umfang beobachtet worden sind, schien es mir wichtig, einige orientierende Versuche auf diesem Gebiete durchzuführen.

Schon Eidmann hat bei den Vorversuchen mit Detal für die Großbekämpfung der Nonne in Ostpreußen diese Schädigungen mit berücksichtigt und bei seinen Detal-Untersuchungen kurz erwähnt. Er nahm als Versuchspflanzen 3jährige, eingetopfte Fichten, Kiefern und Lärchen und bestäubte sie mittels Handgebläses, und zwar entsprach die gestäubte Menge 50 kg je Hektar ohne Berücksichtigung der Nadelmasse. Ohne jeden Schaden und ohne Nachwirkung verlief die Bestäubung bei den Kiefern, deren Maitriebe allerdings bereits vollkommen ausgetrieben hatten. Dagegen wurden die Maitriebe der Fichte intensiv geschädigt. Sie begannen 2 Tage nach der Bestäubung zu vergilben. Da die alten Nadeln aber erhalten blieben, traten keine Dauerschäden auf. Sehr beträchtlich verbrannten die Nadeln der Lärche, die aber bald neue Kurztriebe bildete und sich so rasch wieder erholte. Schädigungen der Bäume durch das Eindringen des Detals in den Boden wurden von Eidmann nicht beobachtet. Auch im Freiland konnte er dieselben Erscheinungen feststellen. Ferner sah er hierbei ein Braun- oder Schwarzwerden der Blätter der Bäume und eines Teils des Bodenbewuchses, doch erholten sich alle diese Bäume rasch wieder. Bei den vorliegenden Versuchen wurden die Blätter bzw. Nadeln verschiedener Holzarten mit Effusan (Schering-Kahlbaum, Berlin), Detal (Merck, Darmstadt), K III (Borchers, Goslar), Lipan (Chemische Fabrik in Billwärder) und Novosil (W. Güttler, Hamburg)

und vergleichsweise mit Derrothan (A. G. für medizin. Produkte, Berlin) und Verindal (Schering-Kahlbaum, Berlin) bestäubt. Ferner wurde ein neues Mittel Nr. 2152 der I. G. Farbenindustrie erprobt. Die Mittel wurden auf Zweige im Institutsgarten stehender Bäume gestäubt. Es ist dabei natürlich nicht ganz leicht, eine genaue Dosierung durchzuführen, worauf auch schon Eidmann hingewiesen hat, und der deshalb auch auf eine genaue Dosierung verzichtet hat, wenn er auch die verstäubte Menge wenigstens auf die Bodenfläche berechnet hat, indem er 50 kg je Hektar verwendete. Da aber ja auch bei der Durchführung von Großbekämpfungen mittels Flugzeugs oder Motorverstäubers nie eine auch nur einigermaßen gleichmäßige Verteilung möglich ist, und nicht einmal eine genaue Berechnung auf die Nadelmasse durchführbar sein dürfte, so glaube ich, daß auch hier die folgende Methode für unsere Zwecke ausreicht, zumal sich der Giftstaub ja auch auf der Blattoberfläche niemals ganz gleich verteilt, sondern oftmals feine Klümpchen bildet, so daß Schädigungszentren entstehen können, wie auch die fleckenförmigen Ätzstellen gelegentlich beweisen. Deshalb habe ich die Gifte mit Hilfe eines doppelwandigen Glasbattistbeutels, um das Klumpen möglichst zu verhindern, verstäubt, und zwar so viel, daß man gerade einen feinen Staubüberzug mit bloßem Auge wahrnehmen konnte. Man kann selbstverständlich mit Recht den Einwand machen, daß die Ergebnisse nur relativen Wert haben, da bei künftigen Versuchen durch andere Versuchsansteller nicht die gleiche Dosierung erreicht werden dürfte. Da ich aber nur die verschiedenen Mittel untereinander vergleichen und eine eventuell unterschiedliche Wirkung gegenüber den Raupen und der Pflanzenwelt untersuchen wollte, habe ich meiner Meinung nach eine hinreichend gleichförmige Dosierung erreicht, so daß alle von mir erzielten Ergebnisse vergleichbar sind, was im vorliegenden Falle vollkommen ausreichend ist.

Schädigungen der Pflanzen bei der Anwendung von Insektenbekämpfungsmitteln sind ja wiederholt in mehr oder weniger beträchtlichem Umfange beobachtet worden, und ihre Ursachen sind bereits weitgehend erforscht, besonders in den Fällen, in denen die Mittel selbst meist nicht ätzend auf die bestäubten oder bespritzten Pflanzen wirken, bei denen aber Schäden unter bestimmten Umständen, doch vor allem bei Zusatz anderer Mittel oder durch den Einfluß von Sonne und Regen eintreten können. Es sei hier, soweit arsenhaltige Mittel in Frage kommen, auf die Untersuchungen von Leibbrandt verwiesen. Bei den neuen Stäubemitteln, die auch gegen behaarte Raupen wirksam sind, liegen die Verhältnisse insofern etwas anders als in den meisten Fällen, auch ohne daß solche Komplikationen eintreten, Schäden hervorgerufen werden.

Nachdem festgestellt worden war, daß sowohl Derrothan als auch Verindal auf den Blättern bzw. Nadeln von Weide, Buche, Weißdorn, Lärche, Fichte, Kiefer, Eiche, Ulme, Spitzahorn, Maulbeere, Aspe, Linde und Esche

keine Verbrennungen hervorrief, trotzdem die Blätter größtenteils erst kurze Zeit entfaltet und hellgrün waren, wurden dieselben Holzarten mit Novosil, Detal, Effusan, Lipan und K III bestäubt, und es fanden sich dabei Verbrennungsschäden in verschiedenem Umfang (Abb. 1).

Am allerempfindlichsten gegen alle diese Mittel war die Aspe (Abb. 1b). Auch Eidmann hat bei den Bestäubungen mit Detal in Ostpreußen die Aspe als besonders empfindlich gefunden. Die Blätter derselben zeigten bei Detalbestäubung schon nach 6—7 Stunden

a *b*

Abb. 1. *a* Buche 15 Tage nach erfolgter Novosilbestäubung. Blätter und zum Teil jüngere Triebe vertrocknet. *b* Aspe 7 Tage nach erfolgter Detalbestäubung.

punktförmige Vergrauungen. Bei den meisten Mitteln waren die Blätter bei den vorliegenden Versuchen inklusive der Stiele schon am zweiten Tage schlaff und grau mit meist schwarzen Flecken, oder sie waren ganz schwarz (siehe Abb. 1 b, unten links frische Blätter, alles übrige trocken). Ja an warmen Tagen waren sie bei Novosil und Effusan schon trocken. Daß selbst frische Triebe mit absterben können, sieht man in Abb. 1a links. Im Gegensatz hierzu war Weißdorn gegen alle erprobten Mittel weitgehend unempfindlich. Am 2. Tage ließ sich in keinem Fall irgendwelcher Schaden beobachten. Bei Effusan und K III konnte ich überhaupt keine Schäden finden, nur bei Lipan und Detal traten wenige braune Flecken auf. Die behandelten Pflanzen wurden zum

Tabelle 1

	1 Tag nach			
	K III	Lipan	Novosil	Effusan
Weide	nichts.	nichts.	Jüngere Blätter braun, z. T trocken, übrige bräunlichgrüne Stellen.	Schlaff, dunkelgrün.
Fichte	nichts.	nichts.	Maitriebe schlaff, vergilbt.	Hellerfärbung der Nadeln.
Buche	nichts.	nichts.	Dunkelbraune Stellen, teilweise Blätter ganz braun.	Umfangreiche, z. T. grünlichbraune Flecken.
Weißdorn	nichts.	nichts.	nichts.	Schlaff. rotbraune Flecken.
Esche	Blätter z. T. schlaff, braun.	nichts.	z. T. braune Flecken.	Schwärzung, besonders an den Rändern.
Aspe	Blätter schlaff, schwache wabige Bräunung (schwächer als bei Lipan).	Blätter schlaff, z. T. wabige Bräunung.	Graubraun, trocken.	Grau, z. T. trocken.
Ahorn	nichts.	nichts.	Gewellt, bräunliche Ränder.	Graue Flecken, besonders längs der Ränder.
Linde	nichts.	nichts.	nichts.	nichts.
Ulme	nichts.	nichts.	Braun, schlaff.	Einige ganz schwach gebräunte Stellen.
Lärche	Nadelspitzen ganz schwach vergilbt.	nichts.	Vergilbung einiger Nadeln.	Etwas vergilbt.
Maulbeere	Zarte Blättchen durchsichtig gebräunt.	nichts.	Grünbraun, durchsichtig.	Hellbraune, durchscheinende Stellen.
Eiche	—	—	Blätter nach oben gekrümmt, z. T. schwachbraune Flecken.	—
Eberesche	—	—	nichts.	—
Birke	—	—	nichts.	—
Sambucus	nichts.	Schlaff, braun.	Grünbraun, noch weich.	nichts.
Weißbuche	Blätter etwas gewellt, sonst nichts.	Jüngste Blätter schlaff, besonders am Rande schwach gebräunt.	Bräunlichgrüne Fleckung.	Etwas schlaff, schwachbraun gefleckt.
Kiefer	nichts.	nichts.	nichts.	—

Bestäubung mit			
Detal	Detal W	I G	I G W
Jüngste Blätter schwach bräunlich.	Blätter z. T. schlaff, durchsichtig gebräunt.	Jüngste Blättchen mit rotbraunem Anflug.	Jüngere Blätter grünbraune Stellen.
Schwache Vergilbung.	Schwache Vergrauung, z. T. etwas schlaff.	Maitriebe ganz schwach rötlich.	Kaum merkbare Bräunung.
Stark gebräunt.	Ränder rotbraun.	Schwache Bräunung der Blattränder.	nichts.
nichts.	nichts.	nichts.	nichts.
Bräunung.	Ganz schwache Randbräunungen.	Schwach grünlichbraun, besonders längs der Rippen.	nichts.
Blätter ganz grünbraun, noch nicht besonders schlaff.	Nur zarteste Blätter durchsichtig gebräunt.	Bräunliche Punktur.	nichts.
Etwas graugrüne Flecken.	Jüngste Blätter etwas schlaff, sonst nichts.	Blattwellungen, sonst nichts.	nichts.
nichts.	nichts.	nichts.	nichts.
Blätter z. T etwas schlaff, Ränder gebräunt.	Frische Blätter grünbraun gerandet.	Graubraungrüne Stellen (schwach).	nichts.
Beträchtliche Bräunung.	nichts.	nichts.	—
Bräunlich, durchscheinend.	Nur jüngste Blattspitzen fein durchsichtig gebräunt.	nichts.	nichts.
—	—	nichts.	—
—	—	nichts.	—
—	—	Nur allerjüngste Blättchen schwach gebräunt.	—
Schlaff, mit braunen Flecken.	nichts.	nichts.	—
Gewellte Blätter, sonst nichts.	Jüngste Blätter etwas schlaff.	nichts.	nichts.
nichts.	—	nichts.	—

Tabelle 2.

	6 Tage nach			
	K III	Lipan	Novosil	Effusan
Weide	Braun, trocken.	Blätter und Ränder braun und trocken.	Braun, trocken.	Blätter und Ränder braun und trocken.
Fichte	Maitriebe in geringem Umfange vergilbt.	Teile der Maitriebe braun.	Braun.	Weitgehend gebräunte Maitriebe.
Buche	Wenig hellbraune Flecken.	Braun, wellig.	Braun, trocken.	Etwas geringere Bräunung, hellbraun, schlaff.
Weißdorn	nichts.	Wenig rotbraune Flecken.	Braun, trocken.	nichts.
Esche	Schwarzbraun, trocken.	Braun, trocken.	Braun, trocken.	Schwarz, trocken, besonders an den Rändern.
Aspe	Graugrün und hellbraun, trocken.	Hellbraun, z. T. mit dunklen Punkten, trocken.	Braun, trocken, schwerer Schaden.	Braun und schwarz, trocken.
Ahorn	Schwarzbraun, trocken.	Weißbraun, weich.	Weißbraun, trocken.	Weißbraune Stellen. trocken.
Linde	Einige wenige braungeränderte helle Flecken.	Etwas braune und trockene Stellen (keine ganzen Blätter).	Braune, trockene Flecken.	Bräunlichweiße Flecken mit braunen Rändern, trocken.
Ulme	Braun, trocken.	Etwas braun, trocken.	Braun, trocken	Braun, trocken.
Lärche	Braun, trocken.	Nadeln gebräunt.	Braun, trocken.	Weitgehend gebräunt.
Maulbeere	Braune, trockene Ränder und Blätter.	Braun, trocken.	Braun, trocken.	Braun, trocken.
Eiche	—	—	Braun, trocken.	—
Eberesche	—	—	Braun, trocken.	—
Birke	—	—	Einige braune Ränder.	—
Sambucus	Teilweise vergilbt, z. T. braun u. trocken.	Vollkommen braun und trocken.	Braun, trocken.	Nur geringe Schäden.
Weißbuche	Braun, trocken.	Braun, trocken.	Braun, trocken.	Braun, trocken.
Kiefer	Maiwuchs grau.	Maiwuchs grau.	Maiwuchs einige graue Nadeln.	—

Bestäubung mit

Detal	Detal W	I G	I G W
Blätter und Ränder braun und trocken.	Braun, trocken.	Zarteste Blätter wenige rötliche Flecken.	Wenig Stellen braun und trocken.
Maitrieb braun.	Graubraun, schlaff.	Kaum merkbare Rötlichfärbung.	z. T. ganz schwach gelb.
Hellbraun, schlaff (umfangreich).	Sehr stark beschädigt, hellbraun, schlaff.	Ganz kleine, wenige braune Flecken.	nichts.
Einige wenige Stellen braun.	Braun.	nichts.	nichts.
Braun, schwarz trocken (Blätter z. T. nach unten gekrümmt).	Teilweise braun, trocken.	Kaum merkbare Bräunung.	nichts.
Braun, trocken, z. T. mit schwarzen Punkten.	Braun, schwarz, trocken.	Ganz schwache, bräunliche Sprenkelung.	nichts.
Weißbraun, trocken.	Jüngste Blätter braun, trocken.	nichts (obgleich noch in den Blattecken Staub zu sehen).	nichts.
—	Einige braune, trockene Stellen.	Kaum merkbare Braunfleckung.	nichts.
Braun, trocken.	Ränder braun, trocken.	Braune, trockene Flecken (gering).	nichts.
Braun, trocken.	Etwas gebräunt.	—	—
Braun, trocken.	Jüngste Blätter braun, trocken.	Jüngste Blätter ganz schwach grünbraun.	nichts.
—	—	nichts.	—
—	—	Einige braune Ränder.	—
—	—	nichts.	—
—	Jüngste Blätter wenige schwarze Flecken.	nichts.	nichts.
—	Jüngste Blätter stellenweise braun, trocken.	nichts.	—
Ganzer Maiwuchs ergraut.	—	nichts.	—

ersten Male nach 1 Tag und dann erneut nach 6 Tagen kontrolliert und die Ergebnisse der Übersichtlichkeit halber in den Tabellen 1 und 2 zusammengestellt. Wenn wir nun Tabelle 1 näher betrachten, könnten wir größere Unterschiede in der Wirkung der verschiedenen Mittel vermuten. Hier sieht es so aus, als ob Lipan den geringsten Schaden anrichtete, da am ersten Tage nach der Bestäubung hier an den meisten Holzarten nichts festzustellen war, mit Ausnahme der Aspe, des Sambucus nigra L., der ja auch dünnblättrig ist, und der jüngsten Blättchen der Weißbuche. Fast ebenso günstig sah es bei den mit K III bestäubten Pflanzen aus. Hier konnte ich nur an Esche, Aspe, Lärche, Maulbeere und Weißbuche Schädigungen feststellen. Novosil, Effusan und Detal riefen schon am 1. Tage nach der Bestäubung an den meisten Pflanzen sichtbare Schäden hervor.

Nach 6 Tagen konnte ich keine nennenswerten Unterschiede zwischen der Wirkung der erwähnten Mittel mehr finden. Wie Tab. 2 zeigt, waren K III, Lipan, Novosil, Effusan und Detal in bezug auf ihre Schadwirkungen ziemlich gleichwertig. Wir sehen also, daß wir die Wirkung eines Mittels nicht bereits am nächsten Tage beurteilen können, sondern daß bei einigen Mitteln die Schäden erst später auftreten. Bei dem neuen IGFarben-Mittel fanden sich zwar bei den meisten Pflanzen keine Schäden, bei einem großen Teil sah ich aber immerhin geringe Verbrennungen. Nach 6 Tagen war hier jedoch an den meisten bestäubten Blättern bzw. Nadeln nichts oder nur äußerste geringe Schädigungen zu sehen. Außer der schwachen Bräunung einiger ganz junger Blätter an etlichen Pflanzen, hatte nur die Ulme wenig braune Flecken und die Blätter der Eberesche etwas braune Ränder.

Nun wurden die Versuchspflanzen vor der Bestäubung mit Hilfe eines Ringpumpzerstäubers bespritzt und dann hierauf mit Detal bzw. dem IGFarben-Mittel Nr. 2152 gestäubt (siehe Tabelle 1 und 2 Detal W und IGW). Die Kontrolle nach 1 Tag zeigte sowohl bei Detal W als auch bei IGW, daß in den meisten Fällen die Schäden bei den vorher mit Wasser bespritzten Pflanzen etwas geringer waren als bei den trocken bestäubten. Nach 6 Tagen war aber bei Detal W nur noch bei Lärche, Ahorn und Maulbeere eine geringere Wirkung als bei normaler Detalbestäubung zu sehen. Bei Ulme waren nur die Blattränder braun und trocken, während sonst die ganze Blattfläche oder zumindest große Teile derselben vertrocknet waren. Das kam wahrscheinlich dadurch zustande, daß das abtropfende Wasser sich besonders an den Blatträndern sammelte und sich somit auch hier der Giftstoff in größerer Menge ansammeln konnte. An den übrigen Pflanzen ließen sich keine grundlegenden Unterschiede zwischen der Wirkung von Detal und Detal W feststellen, die nach einem Tag bestehenden hatten sich also bis auf die bereits erwähnten Ausnahmen wieder verwischt. Bei IGW war allerdings in den meisten Fällen kein Schaden mehr zu sehen.

Ferner spülte ich die bestäubten Blätter am Tage nach der Bestäubung mehrmals kräftig mit Wasser ab, so daß wohl kaum noch irgendwelches Gift zurückgeblieben sein dürfte. Die Versuche wurden an Ahorn, Esche, Ulme, Aspe und Weide mit Novosil und Detal durchgeführt. Im Augenblick des Abspülens waren, wie Tab. 3a und b zeigen, zum Teil gar keine Schäden, zum Teil nur sehr geringe besonders an den jüngsten Blättchen feststellbar, trotzdem waren nach 6 Tagen die meisten bestäubten Blätter braun und trocken, selbst wenn am 1. Tage noch nichts zu sehen war. Eine Bestäubung von Aspe durch Novosil einerseits im Schatten andererseits an stark besonnter Stelle ließ keinen Unterschied in der Wirkung erkennen, außer einem rascheren Austrocknen im letzteren Fall.

Trotzdem die jünsten, zartesten Blättchen der Triebspitzen natürlich in allen Fällen am schwersten geschädigt waren, schlugen die Triebe, nachdem die vollkommen vertrockneten Blätter abgefallen waren, fast stets wieder aus (Abb. 2). Auch die meist schwer geschädigten Lärchenzweige treiben nach etwa 14 Tagen bis 3 Wochen wieder aus.

Abb. 2. Salweide und Aspe 3 Wochen nach erfolgter Detalbestäubung. Die Gipfelknospen haben frisch ausgetrieben.

Ferner habe ich Detal, Novosil und KIII in etwa 1 cm dicker Schicht in Glasschalen geschüttet und vor Regen geschützt 8 Tage ins Freie gestellt. Daraufhin wurden mit diesen ausgelüfteten Pulvern Aspe und Buche bestäubt. Hier waren in beiden Fällen mit allen drei Mitteln nach einem Tage nur geringe Schäden zu beobachten, aber nach 6 Tagen war doch schließlich wieder die alte Wirkung zu sehen. Mit Novosil, das 3 Wochen lang in derselben Weise vorbehandelt war, wurden an Aspe ebenfalls noch schwere Schäden hervorgerufen.

Die Beobachtungen, die bei einer von der Sächsischen Landesforstverwaltung durchgeführten Großbekämpfung gegen die Nonne mit Novosil gemacht werden konnten, deckten sich weitgehendst mit meinen Bestäubungsversuchen.

Die Verhältnisse lagen im vorliegenden Falle sehr günstig, da die Bestäubung zeitig im Jahre (11. bis 17. Mai) durchgeführt werden konnte und der bestäubte Bestand überwiegend Kiefern enthielt

Tabelle 3.
Abwaschversuche.

	Am 2. Tage nach der Bestäubung	Am 6. Tage nach der Bestäubung
	a) Novosil.	
Ahorn	Nur Ränder der jüngsten Blätter schlaff, nicht verfärbt.	Braun, trocken.
Esche	nichts.	Braun, trocken.
Ulme	nichts.	Braun, trocken.
Aspe	Wenig bräunliche Stellen.	Graubraun, trocken.
Weide	Jüngere und etwas ältere Blätter grünlichbraune Stellen, schlaff.	Braun, trocken.
	b) Detal.	
Ahorn	Ränder gesprenkelt, jüngste Blätter ganz wenig schlaff.	Jüngere Blätter grünlichbraun trocken, ältere weißliche Ränder.
Esche	nichts.	Braune trockene Stellen.
Ulme	nichts.	Braun, trocken.
Aspe	Kleine bräunliche Bezirke.	Graubraun, trocken.
Weide	Schlaff, z. T. grünlichbraun.	Braun, trocken.

und nur von wenig Fichte, Lärche und einigen Laubhölzern durchsetzt war.

Die Kiefern zeigten gar keine Schäden, zumal sie in den Bestäubungstagen noch nicht ausgetrieben hatten. Auch der weitaus größte Teil der vorhandenen Fichten hatte noch keine Maitriebe und blieb so vor Schaden bewahrt. Allerdings war bei den wenigen frühtreibenden Fichten der gesamte Maiwuchs vernichtet. Blattbräunungen konnte ich auch an den wenigen Buchen, die ich sah, feststellen. Bei den Eichen wiesen nur die ganz wenigen Frühtreiber große braune Flecken auf den Blättern auf.

Etwas stärkere Bräunung besonders der Blattränder fand sich bei den Birken, doch verhielten sich selbst dicht nebeneinanderstehende Bäume oft recht verschieden. Ob auch dies mit einem früheren oder späteren Austreiben zusammenhing, konnte ich nicht entscheiden, da ich leider die Bäume nicht vor der Bestäubung markiert hatte, doch ist nach meinen sonstigen Erfahrungen zu vermuten, daß hier die im Entfalten begriffenen Blätter gelitten haben, während die bereits vollentwickelten harten Blätter nicht berührt wurden. Wesentlich größere Verbrennungsschäden fanden sich an den Hainbuchen und den Ebereschen, deren Blätter fast alle braune Stellen hatten. Einige Exemplare von *Acer pseudoplatanus* waren sehr schwer geschädigt, während dicht neben denselben stehende aus unbekannten Gründen nahezu unberührt geblieben waren. Die schwersten Schäden konnten aber an den Lärchen beobachtet werden. Ich sah viele, deren Nadeln allesamt braun und tot waren. Bei genaueren Untersuchungen stellte ich aber in allen Fällen fest, daß sowohl die Gipfel- als auch die Seitenknospen noch gesund und grün waren.

Am Unterwuchs waren bei einer Besichtigung am 29. Mai kaum noch vergilbte Pflanzenteile zu sehen. Nur die Brombeeren hatten noch einige braune Stellen an den Blättern und die untersten Blätter von *Hypericum perforatum* waren rot. Gras und Heidekraut waren offenbar gänzlich unberührt geblieben. Die Niederschläge, die seit der Bestäubung gefallen waren, haben zweifellos das Verwachsen der Spuren am Unterwuchs und wohl auch an den Bäumen selbst sehr beschleunigt. Diese Tatsache ist hier wichtig, da diese Gegend als überaus niederschlagsarm gilt.

Selbstverständlich haben diese Beobachtungen keine Allgemeingültigkeit, da sicher auch hier durch die Witterung u. a. bedingte Überraschungen, wie wir sie von Spritzungen und Bestäubungen her bereits kennen, eintreten können. Trotzdem scheint es mir wichtig, daß alle Erfahrungen, die mit den neuen Bestäubungsmitteln gemacht werden, veröffentlicht werden, da diese Mittel ja erst seit einigen Jahren angewandt werden, und deshalb noch manche Fragen zu klären sind.

Die Untersuchungen zeigen also, daß die neuen Kresolmittel alle in ungefähr gleicher Stärke Verbrennungen hervorrufen, Verindal und Derrothan dagegen unter normalen Verhältnissen keinen Schaden verursachen. Wenn auch manche Mittel im Anfang weniger sichtbare Verbrennungen verursachen, so sind die endgültigen Schäden doch gleichstark. Die verschiedenen Pflanzenarten sind dagegen recht verschieden empfindlich. Während Aspe, wie schon Eidmann beobachtet hat, von allen von mir untersuchten Holzarten am stärksten verbrennt, finden sich bei Crataegus nur sehr selten Schäden. Es liegt dies höchstwahrscheinlich daran, daß der Weißdorn kräftigere Blätter mit einer dicken Kutikula besitzt. Ferner spielen manchmal auch schützende Wachsschichten eine Rolle. So ist ja auch bei Arsenspritzungen beobachtet worden, daß dann Schäden eintreten können, wenn durch Zusatz eines wachslösenden Mittels die Wachsschicht der Blattoberfläche entfernt wird. Daß frisch ausgetriebene bzw. noch im Austreiben befindliche Blätter am meisten Schaden leiden, braucht wohl kaum erwähnt zu werden. Ein Abspülen der bestäubten Blätter mit Wasser konnte die Verbrennungserscheinungen nicht vermindern. Die Oberfläche der Blätter war also offenbar bereits am 2. Tage, wenn auch meist für unser Auge unsichtbar, so weitgehend geschädigt, daß auch die tieferen Blattgewebe noch abstarben. Wurden vorher mit Wasser angefeuchtete Blätter mit Detal bestäubt, so wurde am 2. Tage der Eindruck erweckt, als ob geringere Verätzungen auftreten würden, doch waren am 6. Tage kaum nennenswerte Unterschiede zwischen den trocken und den feucht bestäubten Blättern festzustellen. Ein Unterschied zwischen besonnten und unbesonnten mit Novosil bestreuten Blättern ließ sich bei Aspe nicht beobachten. Dagegen trockneten die gebräunten Stellen in der Sonne natürlich rascher aus als im Schatten oder bei regnerischem Wetter. Bei den mit dem neuen IG-Farben-Mittel Nr. 2152 behandelten Pflanzen

wurden nur verhältnismäßig geringe bzw. gar keine Schädigungen gefunden. Hier waren die vorher mit Wasser bespritzten Pflanzen noch weniger geschädigt. Worauf diese Erscheinung zurückzuführen ist, läßt sich schwer sagen. Eigentlich hätte man bei den zuvor bespritzten Blättern schwerere Verbrennungen erwarten sollen, da das gelöste Gift wohl möglich wirksamer sein könnte, soweit dies bei dem IG-Farben-Mittel überhaupt lösbar ist. Vielleicht finden aber hier auch irgendwelche Umsetzungen statt, welche die Wirkung abschwächen. So ist es ja auch schon anderweitig beobachtet worden, daß die Wirkung der Kresolmittel im Freien verhältnismäßig rasch nachläßt. Vorher 8 Tage der Luft exponierte Mittel wirkten am Anfang schwächer als die frischen Mittel, erzielten aber dieselbe Endwirkung.

Bei Großbekämpfungsmaßnahmen müssen wir diese Erfahrungen, soweit dies möglich ist, in Rechnung stellen. Wir werden bei nackten Raupen, bei denen, wenn auch etwas langsamer, ebenfalls Verindal und Derrothan u. ä. Mittel wirken, diese Mittel bevorzugen, wenn wir aus bestimmten Gründen Blatt- und Maitriebschädigungen möglichst vermeiden wollen. Alle erprobten Kresolmittel sind in bezug auf ihre Schadwirkung ziemlich gleichzusetzen, so daß wir bei Auswahl des Mittels keine Rücksicht hierauf zu nehmen brauchen, wir werden sie aber nach Möglichkeit im Laubwald und in Lärchenbeständen zu vermeiden suchen.

Nun wurden zur Orientierung noch Nonnenraupen und Larven von *Lygaeonematus pini* mit denselben Mitteln bestäubt. Vergleichsversuche mit Arsenmitteln wurden nicht angestellt, da solche in Vergleich zu Detal schon von Eidmann beschrieben worden sind. Die vorliegenden Versuche wurden in Butterschalen von 10.5 cm Durchmesser und 4,5 cm Tiefe, welche mit Glasbattist überspannt waren, ausgeführt. Darin wurden die Versuchstiere ganz dünn mit dem zu prüfenden Gift bestäubt, indem das Stäubemittel mittels eines doppelwandigen Glasbattistbeutels verstäubt wurde. Dadurch wurde bei einiger Sorgfalt eine möglichst feine, gleichmäßige Verteilung erzielt. Da die Tiere bei den neuen Giften meist sehr rasch abstarben, war eine Fütterung nicht nötig. Es wurde außerdem auf diese Weise erreicht, daß die Mittel nur als Kontaktmittel wirken konnten. Außer den Nonnenraupen wurden als Vergleichstiere Larven von *Lygaeonematus pini* verwendet, da diese in diesem Jahre überall in großen Mengen auftraten, und somit vielleicht in den nächsten Jahren der Versuch gemacht werden muß, sie durch Bestäubung mit Kontaktgiften im Großen zu bekämpfen, und weil sie außerdem im Gegensatz zur Nonnenraupe unbehaart sind. Die vorliegenden Versuche sollten nur zur Orientierung dienen und als Ergänzung zu den Pflanzenschädigungsversuchen herangezogen werden. Eidmann hat zu seinen Versuchen größtenteils Nonnenraupen des Stadium 3b (in der Mitte zwischen 2. und 3. Häutung befindliche Raupen verwendet. Vorausgeschickt muß ferner werden, daß kleinere Differenzen in der Abtötungs-

zeit vor allem dadurch bedingt sind, daß die Raupen nach der Bestäubung verschieden lebhaft umherliefen und so mit mehr oder weniger Giftmenge, die den Boden bedeckte, in Berührung kam.

Die jüngsten Raupenstadien der Nonne gingen bei Detal, Effusan, Novosil und Lipan sehr rasch ein (Tabelle 4). So bewegten sich Raupen des 2. Stadiums 20 Minuten nach der Bestäubung mit diesen Mitteln nur noch bei Berührung, nach 1 Stunde 20 Minuten waren sämtliche Raupen dieses Stadiums tot. Das 3. Stadium lag nach 20 Minuten bei Effusan, Novosil und Lipan ruhig und bewegte sich auch nur noch bei Berührung, bei Novosil noch etwas stärker als im 2. Stadium. Von den Tieren, die mit Detal bestäubt worden waren, bewegten sich einige sogar noch selbständig, aber nur am Ort. Nach 1 Stunde 20 Minuten war vom 3. Stadium bei Detal- und Lipan-bestäubung alles tot, desgleichen war beim Effusanversuch fast alles gestorben, nur einige bewegten sich bei Berührung noch schwach. Nach Behandlung mit Novosil reagierten alle Raupen des 3. Stadiums auf Berührungsreize. Ja selbst nach 1 Stunde 50 Minuten zuckte ein Tier noch etwas, sonst war aber alles verendet. Mit Lipan wurden nun auch noch Raupen des 4. Stadiums bestäubt, die nach 20 Minuten noch alle selbständig umherkrochen, nach 1 Stunde 20 Minuten bewegten auch sie sich nur noch bei Berührung und waren nach 1 Stunde 45 Minuten tot. Eidmann, der den Kotfall mit berücksichtigte, beobachtete in seinem Detal-Versuch auch eine fast schlagartige Wirkung. Die Kotkurve fiel sofort steil ab und erreichte nach 5 Stunden den Nullpunkt. Die erste 3b-Raupe war bei ihm nach 1 Stunde tot. Nach 30 Stunden lebte nichts mehr. Der Unterschied zwischen Eidmann-Versuchen und den meinen ist also nur ein gradueller, der auf der verschiedenen Dosierung beruht. Interessant ist aber vor allem, daß nach Eidmann eine Senkung der Dosierung auf die Hälfte (25 kg je Hektar) kaum ein Nachlassen der Wirkung zeigte.

Kleinere und größere *Lygaeonematus pini*-Larven wurden mit denselben Mitteln in der oben beschriebenen Weise bestäubt. Nach 20 Minuten gaben bei Lipan alle nur noch schwache Lebenszeichen bei Berührung von sich, bei Novosil waren die kleinsten bereits tot, die übrigen bewegten sich nur bei Berührung, ähnlich war es bei Effusan. Detal hatte in derselben Zeit einige große und kleinere abgetötet, die meisten bewegten sich beim Anrühren. Zur Kontrolle nach 1 Stunde 20 Minuten war im Detalversuch alles abgetötet; das gleiche galt für Novosil, während bei Lipan die kleineren tot waren und die größeren sich nur bei Berührung bewegten. Das Effusan wirkte ganz ähnlich. Hier waren alle kleinen und ein Teil der größeren Larven abgetötet, nach 2 Stunden war auch hier alles tot, und bei Lipan trat dieser Zustand bereits nach $1^3/_4$ Stunden ein. Die rasche Wirkung der Mittel im Laboratoriumsversuch berechtigt uns selbstverständlich nicht zu der Hoffnung, daß die Abtötung in der Praxis ebenso rasch vor sich geht, sondern es muß hier ein wesentlich längerer Zeitraum angenommen

Tabelle 4. Nonne

	Lipan	Novosil	Effusan	Detal
Nach 20 Minuten	2. Stadium nur bei Berührung. 3. Stadium nur bei Berührung. 4. Stadium selbständig kriechend, aber meist zuckend.	2. Stadium nur bei Berührung. 3. Stadium nur bei Berührung (beweglicher).	2. und 3. Stadium bei Berührung. 4. Stadium selbständig.	2. Stadium bei Berührung. 3. Stadium nur wenig am Ort und bei Berührung.
Nach 1 Stunde 20 Minuten	2. und 3. Stadium tot. 4. Stadium bei Berührung.	2. Stadium tot. 3. Stadium bei Berührung.	2. Stadium tot. 3. Stadium fast alle tot, nur einige bei Berührung.	Alles tot.
	Nach 1 Std. 45 Min. alles tot.	Nach 1 Std. 50 Min. nur 1 Exemplar. 3. Stadium nur bei Berührung, sonst alles tot.	Nach 2 Stunden alles tot.	—

Kleine Fichtenblattwespe

	Lipan	Novosil	Effusan	Detal
Nach 20 Minuten	Alle bei Berührung schwache Lebenszeichen.	Kleinste tot, sonstige nur bei Berührung.	Kleinere tot, größere nur bei Berührung.	Einige kleine und große tot, die meisten nur bei Berührung.
Nach 1 Stunde 20 Minuten	Kleinere tot, größere bei Berührung.	Alle tot.	Kleinere tot, größere nur bei Berührung.	Alles tot.
	Nach 1 Stunde 45 Minuten alles tot.	—	Nach 2 Stunden alles tot.	—

bestäubt mit:

Detal L	Novosil L	I G	J G L
2. Stadium nur bei Berührung, 3. Stadium am Ort.	2. Stadium nur bei Berührung, 2. Stadium am Ort.	2. Stadium liegt ruhig, sonst alles lebhaft.	2. und 3. Stadium bewegt sich noch selbständig.
2. und 3. Stadium tot.	2. Stadium tot, 3. Stadium nur bei Berührung.	2. Stadium eine tot, übrige bei Berührung. 2.—5. Stadium kriechen unter.	2. Stadium einige tot, die meisten bei Berührung. 3. Stadium am Ort, z. T. bei Berührung.
—	Nach 1 Std. 50 Min. alles tot.	Nach 22 Stunden 2. Stadium tot bis auf 1 Exemplar, das sich in Häutung befand, 3. Stadum nur bei Berührung, 4. und 5. Stadium laufen noch umher.	Nach 22 Stunden 2. Stadium tot, 3. Stadium bei Berührung, 4. und 5. Stadium laufen noch umher.

bestäubt mit:

Detal L	Novosil L	J G	J G L
Alle nur bei Berührung.	Bei Berührung einige am Ort.	Alles bewegt sich noch selbständig.	Alles bewegt sich noch selbständig.
Außer 2 erwachsenen Nematus alles tot.	Kleine tot, größte bei Berührung sehr schwaehe Lebenszeichen.	Alles noch lebend.	Kleinste bei Berührung, sonst alles selbständig.
Nach 1 Stunde 50 Minuten alles tot.	Nach 1 Stunde 50 Minuten alles tot.	Nach 19 Stunden noch einige wenige am Leben, alle anderen tot.	Nach 17 Stunden alles tot.

werden. Ich erinnere in diesem Zusammenhang nur an die Laboratoriumsversuche von Hundertmark und die Freilandergebnisse von Marcus mit Bienen, die vollkommen verschiedene Ergebnisse hatten.

Da nach Angaben aus der Literatur die Stäubemittel nach der Bestäubung unter Einwirkung der Luftfeuchtigkeit an der Luft rasch an Wirksamkeit einbüßen (nach Eidmann in längstens 2 Tagen), habe ich Detal und Novosil in Glasschalen in etwa 1 cm dicker Schicht ausgebreitet und vor Regen geschützt im Freien stehen lassen. Nach 8 Tagen wurden diese beiden Mittel in der bereits erwähnten Weise auf Nonnen-Raupen und *Nematus*-Larven gestäubt (diese Versuche sind in der Tabelle unter den Bezeichnungen Detal L und Novosil L angeführt). Detal L und Novosil L hatte nach 20 Minuten die Raupen des 2. Stadiums so weit geschädigt, daß sie sich nur bei Berührung bewegten, auch das 3. Stadium konnte sich nur noch am Ort bewegen. Nach 1 Stunde 20 Minuten fanden sich bei Detal L alle Exemplare des 2. und 3. Stadiums abgestorben; das gleiche galt für das 2. Stadium im Novosil L-Versuch, während hier das 3. Stadium erst nach 1 Stunde 50 Minuten tot war. Auch diese Versuche wurden in derselben Weise mit *Nematus*-Larven durchgeführt. Hier bewegten sich sowohl bei Novosil L als auch bei Detal L nach 20 Minuten noch alle bei Berührung, nach 1 Stunde 20 Minuten waren bei Detal L außer zwei erwachsenen *Nematus*-Larven alle tot, die letzteren starben nach 1 Stunde 50 Minuten. Novosil L hatte die kleineren Larven nach 1 Stunde 20 Minuten abgetötet, die großen gaben hingegen bei Berührung noch schwache Lebenszeichen von sich und waren nach 1 Stunde 50 Minuten tot.

Zum Vergleich wurde in derselben Weise das neue IG-Farben-Mittel angewendet, und zwar frisch (siehe Tabelle IG) und ebenso 8 Tage der Luft ausgesetzt (IG L). Die Nonnenraupen lagen nach 20 Minuten im ersten Fall ruhig, sonst war alles noch munter (3. bis 5. Stadium). Nach 1 Stunde 20 Minuten war erst 1 Raupe im 2. Stadium tot, alle übrigen Tiere dieses Stadiums bewegten sich bei Berührung noch. Nach 22 Stunden waren alle Exemplare des 2. Stadiums abgestorben, bis auf 1 Exemplar, das sich in Häutung befand. Das 3. Stadium reagierte nur auf Anrühren, während das 4. und 5. Stadium noch umherlief. Mit IG L wurden nur Versuche am 2. und 3. Stadium angestellt. Nach 20 Minuten krochen alle Tiere noch selbständig umher. Einige Exemplare des 2. Stadiums waren nach 1 Stunde 20 Minuten bereits tot, andere bewegten sich beim Berühren. Vom 3. Stadium bewegten sich etliche noch selbständig am Ort, andere dagegen nur noch bei Berührung. Nach 2 Stunden fand ich noch dieselbe Lage vor, nach 17 Stunden war alles verendet.

Nematus wurde nur mit IG L behandelt, wobei sich nach 20 Minuten noch alle Tiere selbständig bewegten. Nach 1 Stunde 20 Minuten reagierten die kleinsten Larven nur auf Berührungsreize, alle andern

krochen noch umher, und nach 2 Stunden hatte sich an diesem Zustande noch nichts geändert, während nach 17 Stunden alles tot war.

Diese orientierenden Versuche haben gezeigt, daß die Kresolmittel in bezug auf ihre Giftwirkung gegen Nonnenraupen und *Nematus*-Larven alle ziemlich gleichwertig sind, so daß bei der Anwendung in der Praxis von allen ungefähr eine gleichstarke Wirkung zu erwarten ist. Ferner sieht man, daß die der Luft 8 Tage lang in 1 cm dicker Schicht ausgesetzten Mittel noch nahezu so stark wirken wie frische Mittel.

Das neue IG-Farben-Mittel wirkt langsamer als die erwähnten Mittel, dürfte aber, soweit man dies nach Ergebnissen der Laboratoriumsversuche beurteilen kann, auch in der Praxis mit ausreichender Geschwindigkeit wirken.

Wir sehen also, daß die Kresolmittel sowohl in bezug auf ihre Wirksamkeit gegen die Schädlinge als auch in bezug auf die Schäden, die sie an den Bäumen anrichten, ziemlich gleichwertig sind. Es ist demnach ziemlich gleich, welches Mittel man anwendet. Des weiteren können wir solche Mittel in reinen Kiefernbeständen besonders dann bedenkenlos verwenden, wenn wir die Bestäubung sehr früh im Jahre durchführen können, so daß die Maitriebe noch nicht heraus sind, denn letztere sind, wenn sie frisch herausgetrieben sind, gefährdet. Bei der Fichte müssen wir, da hier ja meist die Maitriebe schon ausgetrieben haben, mit dem Verlust des größten Teiles derselben rechnen. Ermöglicht das sehr frühzeitige Auftreten eines Schädlings ein Stäuben vor dem Treiben der Knospen, was leider meist nicht der Fall ist, so ist auch bei den Fichten bei allen erprobten Mitteln eine Schädigung kaum zu erwarten. Am ungünstigsten liegen die Verhältnisse bei der Lärche und allen Laubhölzern. Hier sind die Schäden nach der Benadelung bzw. nach der Belaubung nicht zu verhindern. Allerdings sind dieselben, wie wir sahen, bei den verschiedenen Arten recht unterschiedlich. Ich erinnere nochmals an die große Empfindlichkeit der Aspe. Selbstverständlich sind die Schäden auch dann am größten, wenn auf frisch entfaltete, noch zarte Blätter gestäubt wird. Wenn wir auch durch die Entwicklung des Schädlings an einen bestimmten Zeitraum in bezug auf die Bekämpfung gebunden sind, so müssen wir doch nach Möglichkeit versuchen, die Durchführung dieser Maßnahmen auf einen Zeitpunkt zu legen, währenddem die in Frage kommende Baumart voraussichtlich die Bestäubung möglichst gut übersteht. Also entweder vor dem Nadel- bzw. Blattaustrieb oder erst in eine Zeit, in der die Blätter bereits hart und ausgereift sind. Daß das nicht ganz unwichtig ist, zeigten sowohl im Versuch als auch bei der Bekämpfung selbst die Birken. Eine solche Verschiebung des Bekämpfungszeitpunktes kann man meines Erachtens bei den sehr rasch wirkenden Mitteln, die überdies auch auf ältere Raupenstadien der Schädlinge noch recht kräftig wirken, ohne weiteres verantworten. Selbstverständlich bleibt der von Voelkel für Arsenmittel aufgestellte Satz: „Nach

Erfahrungen der letzten Jahre muß die Bestäubung in jedem Fall und gegen jede Art von Schädlingen möglichst frühzeitig einsetzen, da man nie im voraus über die Dauer der ganzen Bestäubungsaktion eine Aussage machen kann", auch in bestimmtem Umfang hier noch bestehen, da die Witterung die Aktion leicht beträchtlich verzögern kann. Weil aber auch hier die älteren Häutungsstadien, ebenso wie es Voelkel für Arsenmittel erwähnt, noch eher empfindlich gegen die Gifte sind, ist die Gefahr, daß wir mit der Bekämpfung zu spät kommen, nicht allzu groß. Allerdings verhindern wir durch frühzeitige Bekämpfung größere Fraßschäden im Bekämpfungsjahre.

Bei unbehaarten Raupen, wie z. B. *Nematus*, können wir an Stelle der Kresolmittel außer den Fraßgiften natürlich auch noch Pyrethrum- und Derrispräparate anwenden, die den großen Vorteil haben, daß sie den Maitrieb nicht verbrennen. Da wir im übrigen gerade bei *Nematus* nicht wissen, wie viele Jahre eine einmalige erfolgreiche Bestäubung in einem vielleicht bereits jahrzehntelang verseuchtem Gebiete vorhalten kann, so sollten wir nach Möglichkeit versuchen, den Maitrieb zu schonen. Allerdings werden die Tiere mit diesen Mitteln bei weitem nicht so rasch abgetötet. Gerade in diesem und ähnlichen Fällen sollte man einmal das IG-Farben-Mittel Nr. 2152 versuchen. Dieses tötet die Tiere zwar auch langsamer ab als die Kresol-Mittel, aber immer noch wesentlich schneller als die Pyrethrum- und Derrispräparate. Der große Vorteil ist aber, d. h. wenn das Mittel im Großversuch ebenso wirkt wie im Laboratoriumsversuch, daß das Mittel die Fichtenmaitriebe fast gar nicht schädigt und auch an den Blättern der Laubbäume in den meisten Fällen fast gar keinen oder nur sehr geringen Schaden anrichtet. In bezug auf die Pflanzenbeschädigungen ändert sich die Wirkung der Mittel, wie wir sahen, nur wenig, wenn wir auf feuchte Nadeln und Blätter stäuben. Bei dem IG-Farben-Mittel verringern sich die an sich schon geringen Schäden in diesem Fall noch etwas. Auf Grund dieser Ergebnisse wäre also ein Stäuben nach einer sehr taureichen Nacht oder nach einem Regen durchführbar. Andernteils können wir, selbst wenn bereits einen Tag nach der Bestäubung ein starker Regen niedergeht, der ja bei der raschen Wirkung der Mittel auf die Raupen den Erfolg der Bekämpfung in keiner Weise stören dürfte, nicht erwarten, daß dadurch etwa die Schäden an den Nadeln und Blättern geringer werden; trotzdem zu dieser Zeit meist noch keine Schäden wahrnehmbar sind. Es hätte also auch keinen Zweck, wollte man, falls diese Gifte in kleinerem Umfang z. B. im Obstbau angewandt werden sollten, durch eine am folgenden Tage durchgeführte Nachspritzung mit Wasser das Gift, nachdem es seine Schuldigkeit getan hat, wieder herabspülen, um umfangreichere Verbrennungen zu vermeiden. Für den Wald kämen solche Maßnahmen ja sowieso nicht in Frage.

Literatur.

Eidmann, H., Ein neues Kontaktgift gegen die Nonne. Zeitschr. Forst- und Jagdwesen 1936.

Hundertmark, Die Wirkungsweise verschiedener Kontakt- und Fraßgifte auf Bienen. Anz. f. Schädlingsk. 1936, Jahrg. 12.

Leibbrandt, F., Untersuchungen über die Pflanzenschäden durch arsenhaltige Schädlingsbekämpfungsmittel. I. Teil. Über die Ursachen der Pflanzenschäden durch Arsenmittel. Anz. f. Schädlingsk. Jahrg. 6, 1930.

Marcus, B. A., Über die Wirkung von Kontaktbestäubungsmitteln auf Bienen im Freiland. Anz. f. Schädlingsk. Jahrg. 13, 1937.

Voelkel, H., Zur Methode der Bekämpfung der Forstschädlinge durch Bestäubung vom Flugzeug aus. Forstw. Centralbl. Jahrg. 51, 1929.

(Aus der Forschungsstelle für Nonnenbekämpfung Tharandt.)

Anlockversuche bei Lymantria monacha L.

Von

Kurt Hanno, Dipl. for.

(Mit 3 Abbildungen.)

Nachdem in den Jahren 1935/36 in den Wäldern des Landes Sachsen ein vermehrtes Auftreten der Nonne beobachtet worden war, wurde im Jahre 1937 in den betreffenden Revieren durch die Landesforstverwaltung eine eingehende Befallsermittlung angestellt. Dies geschah u. a. im Frühjahr durch Fällung zahlreicher Probestämme zur Feststellung der abgelegten Eier. Zur Zeit des Falterfluges wurde diese Ermittlung auf die übrigen, bisher nicht oder nur unmerklich von der Nonne befallenen Reviere ausgedehnt, und zwar durch Aushängen sogenannter Anflugkäfige. Die in diesen ausgesetzten unbefruchteten Nonnenweibchen lockten die in der Waldumgebung vorhandenen Männchen an, welche dann auf ausgehängten Leimpapieren usw. gefangen wurden. Über das Ergebnis dieser interessanten Ermittlung wird von Herrn Forstassesor König, der die Beobachtungen an den Anflugkäfigen gesammelt hat, berichtet werden.

Auf Anregung des Direktors des Zoologischen Institutes der Forstlichen Hochschule Tharandt, Herrn Prof. Dr. Prell, führte ich in zwei verschiedenen Revieren ergänzende Versuche zu dieser Art der Befallsermittlung durch, und zwar mit dem Ziel, die bereits bekannte, zuerst 1931 in Böhmen von Ing. Prof. Dyk angewandten Methode der Nonnenfalterkontrolle auf biologischer Grundlage weiter auszubauen und zu vervollständigen. Meine in den Jahren 1935/36 bei der Waldstation für Schädlingsbekämpfung in Ostpreußen mit ähnlichen Untersuchungen gemachten Erfahrungen kamen mir dabei zugute. Die beiden im Jahre 1937 im Lande Sachsen von mir zu diesen Versuchen benutzten Reviere zeigten gänzlich verschiedenen Befall. Während das Revierteil Kleintrebnitz des Forstamtes Schmannewitz wohl als das zur Zeit stärkst bedrohte Gebiet anzusehen ist (hier wurden im Laufe des Sommers bis zu 8800 Nonnen je Hektar, im Revierdurchschnitt 2800 je Hektar, insgesamt 925 962 Stück gequetscht), so war im Tharandter Wald (Forstämter Tharandt, Naundorf und Spechtshausen) bislang von der Nonne nur sehr wenig oder gar nichts bemerkt worden, und später zur Zeit

des Falterfluges nur ein Quetschergebnis von 3—5 Nonnen je Hektar erzielt worden.

Mitte Juni brachte ich zunächst im Revier Kleintrebnitz 21 Anlock- und Fanganlagen an. Es wurden dazu 3 verschiedene Einrichtungen benutzt. Die erste bestand aus einer 75 × 75 cm großen Papptafel, in deren Mitte ein Hartapierkübel zur Aufnahme des Weibchens angebracht war. Die Papptafel, die ich zur besseren Haltbarkeit auf einen Holzrahmen genagelt hatte, wurde in Reichweite an einem Stamm

Abb. 1.

Abb. 2.

aufgehängt und mit durch Raupenleim bestrichenem Ölpapier bedeckt. Der Hartpapierkübel wurde nach dem Einbringen des Weibchens mit Gazestoff durch einen Gummiring verschlossen (s. Abb. 1).

Die 2. Einrichtung war eine Vereinfachung der 1., die dadurch erreicht wurde, daß das Ölpapier auf fester Unterlage manschenttenartig um den Stamm genagelt wurde (s. Abb. 2).

Die 3. Methode benutzte als Fangmittel 8 Fliegenfänger-Leimstreifen, die an zwei 0,75 m langen Latten befestigt wurden, welche in 1/2 m Abstand unter und über dem an dem Baum angebrachten Weibchenkäfig angenagelt wurden (s. Abb. 3).

In der Tabelle I sind in den Spalten 2, 3, 6, 7 11, 12 die Zahlen der Männchen angegeben, die in der Zeit vom 14. Juli bis 4. September gefangen worden sind. Der Zusatz Weibchen bedeutet, daß ein bzw. zwei neue Weibchen in den Käfige gesetzt worden sind. Zur Kontrolle wurde je eine der verschiedenen Fangeinrichtungen (Nr. 13, 14, 15)

ohne Lockmittel gelassen, um festzustellen, inwieweit ein zufälliges Festhalten der schwärmenden Männchen durch die Leimfläche erfolgt. Dies ist jedoch nur ganz ausnahmsweise der Fall gewesen (s. Tabelle I, Nr. 13 und 14).

Das Fangergebnis mit den Fliegenfängerstreifen ist, verglichen mit den übrigen Fangmethoden, sehr schlecht und ist deshalb in der Tabelle I der Einfachheit halber nicht mit aufgeführt. Es waren 7 Fangstellen mit Fliegenfängern eingerichtet worden, von denen 3 mit Weibchen als Lockmittel besetzt waren. Hiervon wurden an einer Lockeinrichtung in der Zeit vom 14. bis 21. Juli nur 18 Männchen gefangen, an der zweiten Stelle vom 14. bis 21. Juli 13 Männchen und an der dritten in derselben Zeit 18 Männchen. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Fliegenfänger in den Sommermonaten durch Sonne und Wind sehr schnell austrocknen und so die Klebkraft verlieren. Außerdem ist natürlich bei den anderen Lockeinrichtungen die fangende Leimfläche erheblich größer. Ab 21. Juli wurden daher diese Fliegenfängerstellen nicht mehr weitergeführt. Auch Versuche mit künstlichem Duftstoff, auf die ich später beim Tharandter Versuchsergebnis näher eingehen werde, haben versagt, daher wurden diese Fangstellen (Nr. 1, 4, 5, 8, 9, 10) ab 21. Juli mit Weibchen besetzt und sind nunmehr mit den Lockeinrichtungen Nr. 2, 3, 6, 7, 11 und 12 in Tabelle I gleichzustellen. In der Zeit vom 14. Juli bis 7. August sind also nach dieser Tabelle 41 551 Männchen gefangen worden und bis zum 4. September insgesamt 45 749, ein sicherlich beachtliches Ergebnis dieser Fangmethode.

Abb. 3.

Am 19. Juni begann ich dann mit den entsprechenden Versuchen im Tharandter Wald, wo, wie bereits erwähnt, auf Kotfängen und bei Probesuchen k e i n e Nonnenraupen festgestellt werden konnten. Zunächst richtete ich im Forstamtsbezirk Tharandt 20 Fangstellen nach denselben Methoden wie in Kleintrebnitz ein. Zur Kontrolle wurde auch hier in Kleintrebnitz je eine der verschiedenen Fangeinrichtungen ohne Lockmittel gelassen. Allerdings war ein zufälliges Fangen im Tharandter Revier wegen des geringen Befalls kaum zu erwarten und ist auch nicht beobachtet worden (s. Tabelle II Nr. 7, 13 und 20). Ein weiterer Versuch galt, wie bereits kurz erwähnt, der Feststellung, ob sich Männchen auch durch einen künstlichen Duftstoff, der dem von den Weibchen ausgeströmten Aroma möglichst ähnlich zu wählen war, anlocken ließen. Zu diesem Zweck wurden zunächst wie in Kleintrebnitz

Tabelle I.

Falterlockversuche im Revier Kleintrebnitz 1937.

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Sa.
Art:	Taf.	Man.	Taf.	Man.	Taf.	Man.	Taf.	Man.	Taf.	Man.	Taf.	Man.	Taf.	Man.	
Tag															
	D	E	E	D	D	E	E	D	D	D	E	E	—	—	
14. 7.	—	74	267	—	—	80	145	—	—	—	276	68	—	4	419
15. 7.	—	416	165	—	2	224	133	—	—	—	193	367	1	1	1 502
16. 7.	—	5	96	—	—	32	87	—	—	1	71	79	—	—	371
17. 7.	—	3	153	—	—	1	30	—	—	—	86	62	—	—	335
		E	E			E	E				E	E			
18. 7.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19. 7.	—	70	252	—	—	55	43	—	1	—	78	23	—	1	523
20. 7.	—	28	53	—	—	91	14	1	—	—	16	7	2	—	212
		E	E			E	E				E	E			
21. 7.	—	76	367	—	—	176	155	—	—	—	96	176	—	—	1 046
	E			E	E			E	E	E			E	E	
22. 7.	323	103	123	8	133	88	107	85	46	113	96	25	224	150	1 624
23. 7.	230	113	66	33	41	51	76	181	221	276	107	21	211	122	1 749
24. 7.	109	48	46	134	34	61	25	125	124	147	85	3	57	47	1 045
	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	
25. 7.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26. 7.	231	352	427	378	379	407	295	366	391	409	341	62	44	66	4 148
27. 7.	85	441	509	185	243	426	414	92	477	423	430	254	240	30	4 249
28. 7.	45	230	411	135	316	413	385	85	489	351	457	259	135	18	3 729
	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	
29. 7.	41	178	247	150	82	357	276	194	267	272	277	243	254	23	2 861
30. 7.	63	406	505	450	138	489	256	164	176	465	281	96	192	1	3 682
31. 7.	41	358	351	445	455	347	187	98	366	381	261	247	304	1	3 842
1. 8.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. 8.	86	350	349	410	387	377	260	118	318	338	239	268	179	2	3 681
	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	
3. 8.	6	204	67	86	262	192	151	20	57	155	123	137	17	35	1 512
4. 8.	5	79	41	87	182	86	70	28	52	67	128	51	72	12	960
5. 8.	19	158	128	79	290	190	171	59	128	136	100	128	60	88	1 734
6. 8.	5	110	83	61	221	83	117	21	117	104	117	49	52	74	1 214
7. 8.	8	39	27	21	74	46	84	27	52	63	48	47	51	31	618
	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	
9. 8.	12	62	56	14	108	63	150	6	55	62	27	41	30	35	721
10. 8.	48	46	25	1	87	19	88	40	41	27	30	32	64	6	554
11. 8.	168	66	36	27	73	32	81	36	81	34	41	21	27	10	733
12. 8.	102	58	28	20	68	48	68	41	51	18	26	16	18	13	575
13. 8.	27	40	36	16	44	16	41	21	38	10	20	25	19	6	349
14. 8.	6	41	8	10	28	17	19	29	53	2	14	8	18	5	258
15. 8.	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	
16. 8.	80	58	32	29	27	37	53	19	49	30	75	12	7	8	516
17. 8.	27	11	8	5	6	4	4	3	7	4	14	7	—	4	104
															44 866

Noch Tabelle I.

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Sa.
Art:	Taf.	Man.	Taf.	Man.	Taf.	Man.	Taf.	Man.	Taf.	Man.	Taf.	Man.	Taf.	Man.	
															Übertrag: 44 866
Tag															
18. 8.	18	9	12	3	9	3	6	5	6	5	3	2	—	2 o	83
19. 8.	6	8	9	4	—	5	3	3	9	4	4	2	2	2	61
20. 8.	4	5	3	3	2	2	2	2	4	2	2	1	—	2	34
	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E		
21. 8.	3	5	3	3	3	2	2	2	4	1	2	3	1	—	34
22. 8.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— o	—
23. 8.	15	53	10	2	8	4	2	6	3	3	4	1	3	—	114
24. 8.	1	5	— o	—o	32	—	—	2	1	2	—	1	—	—	44
25. 8.	1	2	1	—	3	— o	1 o	—	4 o	—	— o	— o	— o	—	12
26. 8.	3 o	2	—	—o	— o	— o	— o	2	—	3	1	—	—	1	12
27. 8.	1 o	— o	— o	—	1	—	—	— o	— o	—oo	— o	— o	— o	—	2
28. 8.	1	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	3
29. 8.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30. 8.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31. 8.	3	—	1	1	2	—	1	2	—	—	1	2	1	—	14
1. 9.	4	1	—	2	2	1	—	1	—	—	1	1	—	—	13
2. 9.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
3. 9.	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
4. 9.	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
															45 749

D = Duftstoff.
E = Einsetzen von zwei Weibchen.
o = Weibchen tot.

3 Fangeinrichtungen mit Trimethylamin beschickt. Das Ergebnis ist auch hier, wie aus der Tabelle II unter Nr. 2, 11, 15 ersichtlich, negativ.

Die Zahl der mit Fliegenfänger gefangenen Männchen ist auch hier verhältnismäßig gering (s. Nr. 8), während sich das Ergebnis etwas besserte, sobald die Fliegenfänger einseitig (Nr. 4) oder beiderseitig (Nr. 1, 12 und 17) mit Raupenleim bestrichen wurden.

Bei den übrigen Fangeinrichtungen schwanken die Zahlen je nach Wetter oder Frische der Weibchen innerhalb der einzelnen Lockstellen untereinander. Die Leimtafel (Abb. 1) sowohl wie die Manschette (Abb. 2) haben sich gleich gut bewährt, wobei wohl die Leimmanschette den Vorzug der Einfachheit hat.

Bei Nr. 5 Tabelle II ist das auffallende Nachlassen nach anfänglich hoher Fangzahl meines Erachtens dadurch zu erklären, daß diese Tafel direkt hinter einer großen Bodenwelle aufgehängt war und hier nur am ersten Tage eine zum Fangen günstige Windrichtung herrschte, während an den übrigen Tagen der Duftstrom durch den Hügel zu sehr zerstreut und abgelenkt sein könnte. Da hier die Lockweibchen zweimal durch Unbefugte entfernt wurden, gab ich die Fangstelle am 7. August auf.

Tabelle II (1).

Falterlockversuche im Forstamt Tharandt.

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summe
Fang-einrichtung	Flfg. LL	Taf.	Man.	Flfg. L	Taf.	Man.	Flfg.	Flfg.	Taf.	Man.	
Lockmittel	♀♀	Duft	♀♀	♀♀	♀♀	♀♀	—	♀♀	♀♀	♀♀	
22. 7. . . .	40	—	61	14	265	119	—	30	245	365	1139
23. 7. . . .	15	—	12	5	1	89	—	2	46	31	201
24. 7 . . .	2	—	—	—	—	9	—	—	9	4	24
26. 7. . . .	5	—	15	3	—	3	—	32	56	60	174
28. 7. . . .	16	—	26	5	—	—	—	2	7	10	66
31. 7. . . .	15	—	72	—	—	39	—	—	11	26	163
2. 8. . . .	12	—	66	18	6	52	—	—	17	39	210
4. 8. . . .	7	—	145	7	—	48	—	—	26	24	257
7. 8. . . .	4	—	52	—	—	88	—	—	12	88	244
10. 8. . . .	2	—	12	—	—	30	—	—	24	73	141
12. 8. . . .	—	—	3	3	—	18	—	—	28	5	57
14. 8. . . .	9	—	—	6	—	35	—	—	13	7	70
16. 8. . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17. 8. . . .	—	—	27	—	—	8	—	—	3	9	47
18. 8. . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20. 8. . . .	1	—	3	1	—	—	—	—	—	4	9
24. 8. . . .	—	—	1	1	—	—	—	—	1	—	3
27. 8. . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30. 8. . . .	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
Summe	128	—	495	63	273	539	—	66	498	745	2806

L — Fliegenfänger einseitig oder LL beiderseits geleimt.

Am 23., 24. und 26. Juli wurden 4 weitere Anlockstellen in den Forstamtsbezirken Naundorf und Spechtshausen eingerichtet, die zur besseren Verbreitung des Weibchenduftes an je 2 gegenüberliegenden Baumseiten Hartpapierkübel mit je 2 Lockweibchen erhielten. Das Fangergebnis (Tabelle III Nr. 1—4) ist dementsprechend höher als an den übrigen Anlockstellen, allerdings lagen die Fangstellen der Tabelle III auch in größeren, zusammenhängenden Altholzkomplexen, was bei denen der Tabelle II nicht so der Fall war.

Da den bereits erwähnten Versuchen mit künstlichem Duftstoff eine nicht unerhebliche Bedeutung zukommt, weil ein Fangerfolg mit ihnen die recht umständliche und zeitraubende Arbeit der Aufzucht von Lockweibchen erübrigen würde und besonders auch die Befallsermittlung sehr frühzeitig und ohne bis dahin nachgewiesene Nonnen vorgenommen werden könnte, unternahm ich weitere Anlockversuche mit den verschiedensten Mitteln. Dies geschah in demselben Jagen des Forstamts Spechtshausen, in dem die Fangeinrichtung Nr. 4 angebracht war, und zwar mit den folgenden vom Direktor des Tharandter chemischen Institutes, Herrn Prof. Dr. Wienhaus, vorgeschlagenen und zur Ver-

Tabelle II (2).
Falterlockversuche im Forstamt Tharandt.

Nr.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Ge-
Fang-einrichtung	Flfg.	Flfg. LL	Taf.	Taf.	Man.	Man.	Flfg. LL	Taf.	Man.	Man.	samt-summe
Lockmittel	Duft	♀♀	—	♀♀	Duft	♀♀	♀♀	♀♀	♀♀	—	
22. 7. . . .	—	65	—	154	—	36	112	99	326	—	1932
23. 7. . . .	—	3	—	25	—	—	2	2	—	—	233
24. 7. . . .	—	6	—	4	—	47	11	—	—	—	92
26. 7. . . .	—	15	—	11	—	1	64	—	133	—	398
28. 7. . . .	—	1	—	—	—	—	2	15	32	—	116
31. 7. . . .	—	17	—	6	—	7	2	—	110	—	305
2. 8. . . .	—	2	—	7	—	139	9	15	85	—	739
4. 8. . . .	—	13	—	2	—	84	6	—	208	—	542
7. 8. . . .	—	9	—	3	—	22	56	36	63	—	330
10. 8. . . .	—	2	—	3	—	72	20	54	53	—	261
12. 8. . . .	—	—	—	15	—	4	6	6	56	—	157
14. 8. . . .	—	—	—	10	—	37	—	3	29	—	79
16. 8. . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47
17. 8. . . .	—	—	—	3	—	19	—	—	16	—	38
18. 8. . . .	—	—	—	4	—	5	1	—	34	—	53
20. 8. . . .	—	—	—	1	—	19	2	4	12	—	41
24. 8. . . .	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	3
27. 8. . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
30. 8. . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Summa	—	133	—	251	—	492	293	234	1157	—	5367

L = Fliegenfänger einseitig oder LL beiderseits geleimt.

fügung gestellten Duftstoffen: 1. Muscaro, 2. Moschus, 3. Animalin, 4. Zibetpasta, 5. Ambra, 6. Zibet, 7. Bärwurz, 8. Pestwurz, 9. Patschuli. Die zum Locken benutzten Duftstoffe wurden auf Filtrierpapier oder in Gläschen in die Hartpapierkübel an Stelle des Weibchens angebracht, sonst unterscheiden sich die Einrichtungen nicht von den übrigen. Außer an Nr. 6, und zwar am 31. Juli, wurde kein Nonnenmännchen von diesen Duftstoffen angelockt. Man könnte annehmen, daß das eine hier gefangene Männchen wohl mehr zufällig gegen die Leimmanschette geflogen ist, da an demselben Tage an der mit Weibchen besetzten Kontrollockstelle 368 Männchen gefangen wurden, jedoch ist zu bedenken, daß an den verschiedenen o h n e jedes Lockmittel eingerichteten Fangstellen niemals ein Männchen erbeutet wurde.

Weitere Anlockversuche machte ich mit 96prozent. Alkohol und Extraktionen von Nonnenweibchen in 80prozent. Alkohol und Petroläther und einer Adsorption des Weibchendurftes in Fetten, die im Tharandter chemischen Institut hergestellt wurden. Auch hier wurde nur in einem Falle bei der alkoholischen Extraktion am 11. August ein Männchen gefangen. Da an einer in demselben Bestand in rund 300 m

Tabelle III.

Falterlockversuche im F.-A. Naundorf und Spechtshausen.

(E = 1. Einsetzen der Lockweibchen.)

Nr.	1	2	3	4	
F.-A.	Naundorf	Naundorf	Spechtshausen	Spechtshausen	Summe
Jg.	10	148	25	139	
23. 7.	E	E			
24. 7.	—	10	E		10
26. 7.	803	628	1020	E	2 451
27. 7.	385	304	416	628	1 733
28. 7.	146	201	366	302	1 015
29. 7.	64	288	325	292	969
31. 7.	111	286	236	368	1 001
2. 8.	152	178	402	303	1 035
4. 8.	148	252	611	303	1 314
6. 8.	37	151	426	40	654
9. 8.	15	60	282	16	373
11. 8.	220	11	88	7	326
12. 8.	—	—	—	14	14
13. 8.	—	—	—	56	56
14. 8.	277	7	93	107	484
16. 8.	102	147	19	92	360
17. 8.	2	—	—	5	7
18. 8.	30	100	3	67	200
20. 8.	20	95	55	83	253
23. 8.	18	19	22	27	86
25. 8.	12	16	22	7	57
27. 8.	7	9	2	8	26
31. 8.	3	7	5	2	17
6. 9.	7	2	1	—	10
	2559	2771	4394	2727	12 451

Entfernung mit Weibchen besetzten Lockstelle am selben Tage 220 Männchen gefangen wurden, kann man auch in diesem Falle von keiner eigentlichen Lockwirkung sprechen, wenngleich bei Berücksichtigung des oben erwähnten negativen Ergebnisses der Fangstellen ohne Lockmittel die Vermutung nahe liegt, daß man hier der Lösung des Duftstoffproblems auf der Spur ist.

Ein weiterer Versuch, der klären sollte, wieweit der natürliche Weibchenduft imstande ist, künstliche Düfte zu übertäuben, wurde vorgenommen, indem ich am 31. Juni in die Hartpapierkübel mit den oben erwähnten neun Duftstoffen (mit Ausnahme von Nr. 6, den ich bis zum 2. August weiter auf seine Wirksamkeit kontrollierte) je ein Weibchen dazusetzte. Das Ergebnis ist in der nachfolgenden Tabelle IV zusammengestellt. Ein Vergleich mit der im selben Jagen errichteten Kontrollstelle Nr. 4 (Tab. III) zeigt, daß die Weibchen zunächst etwas

Tabelle IV.

Lebensdauer und Lockdauer der Weibchen.

(+ = Tod des Lockweibchens.)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kontrollstelle Tab. III Nr. 4)
	31. 7. Einsetzen der frischgeschlüpften Weibchen									
2. 8.	5	5	8	24	50		14	53	57	303
4. 8.	49	30	16	14	79	221	25	76	4	303
6. 8.	8	10	12	8	30	53	31	61	1	40
9. 8.	40	14	23	8	18	64	28	36	+	16
11. 8.	64	11	10	31	11	10	1	3		7
12. 8.	22	—	2	7	1	4	—	—		14
13. 8.	2	—	—	1	1	—	—	+		56
14. 8.	27	—	—	4	2	—	—			107
16. 8.	—	—	+	1	+	+	+			92
17. 8.	—	—		+						
18. 8.	—	—								
19. 8.	—	+								
20. 8.	+									

durch die künstlichen Duftstoffe beeinträchtigt zu sein scheinen, später aber dann genau so oder sogar noch besser als die reine Weibchenlockstelle gefangen haben. Besonders bemerkenswert ist vielleicht, daß der Käfig Nr. 6, an dem mit dem Duftstoff vom 31. Juli ein Männchen gefangen wurde, nach Besetzen mit einem Weibchen am 4. August 221 Männchen fing (also etwa das fünffache des Durchschnittes) und auch an den folgenden Tagen über dem Durchschnitt lag.

Weiter ist aus diesem Versuch sehr gut die Lebensdauer und die Dauer der Lockfähigkeit der Weibchen zu ersehen, da die Falter sämtlich am 31. Juli frisch geschlüpft und die Käfige eingebracht wurden und bis zu ihrem Tode (+ in der Tabelle) nicht erneuert wurden. Die kürzeste Lockdauer (Nr. 9) betrug 6 Tage — zugleich die Lebensdauer des betreffenden Weibchens —, die längste (Nr. 4) betrug 16 Tage, die längste Lebensdauer (Nr. 1) 20 Tage. Die durchschnittliche Lebensdauer ist nach diesem Ergebnis 15,3 Tage, die durchschnittliche Lockdauer eines Weibchens 11,9, also fast 12 Tage. Dazu ist allerdings zu sagen, daß die eigentliche Dufttätigkeit des Weibchens wohl etwas kürzer zu sein scheint als seine Duftwirkung, d. h. also, daß ein Weibchen, nachdem es seine Dufttätigkeit eingestellt hat, noch weiter durch den dem Käfig anhaftenden Duftstoff anlockt.

Um dies zu beweisen, unternahm ich folgende Versuche. In einer Anlockvorrichtung nach Art der Abb. 1 setzte ich am 19. Juli 2 frisch geschlüpfte Weibchen ein. Diese fingen bis zum 22. Juli 204 Männchen. An diesem Tage entfernte ich die Weibchen aus dem Hartpapierkübel und schloß ihn wieder mit der Gaze. Am nächsten Tage (23. Juli) waren

Tabelle V.

Lockversuche mit nachhaltig wirkendem Weibchenduftstoff.

Tag	1.		2.	
19. Juli	♀♀	eingesetzt		
22. Juli	204			
	♀♀	entfernt		
23. Juli	59 !			
24. Juli	—			
26. Juli	16 !			
28. Juli	1 !			
3. August	3 !		♀♀	eingesetzt
4. August	—		170	
7. August	♀♀	eingesetzt	139	
			♀♀	entfernt
9. August	77		29 !	
12. August	22		24 !	
14. August	20		7 !	
16. August	16		1 !	
18. August	6		—	
20. August	9		—	
24. August	2		—	
27. August	—		—	

an dieser Fangstelle wiederum 59 Männchen erbeutet, am 26. Juli nochmals 16, am 28. Juli 1 und am 8. August, also 11 Tage nach dem Entfernen der Weibchen letztmalig 3 Männchen. Diese insgesamt 79 Männchen sind also von dem dem Käfig anhaftenden Duft der vorher darin befindlichen Weibchen angelockt worden. Der Vollständigkeit halber sei nochmals erwähnt, daß an einer in der Nähe befindlichen Fangvorrichtung ohne Lockmittel in der ganzen Zeit wie auch sonst überhaupt nie Männchen erbeutet worden sind. Da bis zum 7. August keine Männchen mehr an der Lockstelle gefangen wurden, besetzte ich diese wieder mit 2 Weibchen und sofort war die Einrichtung wieder fängisch. Ihr gesamtes Fangergebnis ist aus der Tabelle V zu entnehmen. Hierin ist auch ein Kontrollversuch enthalten, den ich an einer anderen Fangstelle (nach Abb. 2) machte. Diese besetzte ich, nachdem sie bis dahin mit Trimethylamin vergeblich „gelockt“ hatte, mit 3 Weibchen, welche am 4. August 170 und am 7. August weitere 139, also insgesamt 309 Männchen gefangen hatten. Sodann wurden die Weibchen wieder entfernt und die Einrichtung lockte bis zum 9. August 29 und in den folgenden je 2 Tagen 24, 7 und 1 Männchen, das sind insgesamt 61, also ein Beweis dafür, daß dem leeren Käfig noch nach 9 bzw. im anderen Versuch 11 Tagen die Duftwirkung der Weibchen angehaftet hat.

Tabelle VI.

Versuche über die Reichweite der Lockwirkung.

Himmelsrichtung	1 N	2 O	3 S	4 W	5 Summa	6 Kontrollstelle (Tab. III, Nr. 2)
30. 7.	—	—	—	—	—	—
31. 7.	—	—	—	—	—	286
2. 8.	—	3	2	—	5	178
3. 8.	—	—	—	1	1	—
4. 8.	—	1	—	—	1	252
5. 8.	—	—	—	—	—	—
6. 8.	—	—	—	—	—	151
9. 8.	—	—	—	—	—	60
11. 8.	—	—	—	—	—	11
	—	4	2	1	7	

Auch über die Reichweite der Lockwirkung habe ich auf Anregung von Herrn Oberforstmeister Vogel Versuche gemacht. Hierzu errichtete ich auf der Grillenburger Feldmark, einer ringsum vom Tharandter Wald umgebenen rund 70 ha großen Fläche in etwa 250 bis 300 m Entfernung vom Wald eine Fangeinrichtung, an der nach allen vier Himmelsrichtungen Hartpapierkübel mit je 2 Nonnenweibchen angebracht waren. Das Fangergebnis dieses Versuches ist in der Tabelle VI zusammengestellt. Daraus ist zu entnehmen, daß die Entfernung von 250 m noch ausgereicht hat, um insgesamt 7 Männchen aus dem benachbarten Walde anzulocken. Wenn diese Zahl auch im Verhältnis zu dem während derselben Zeit im angrenzenden Jagen gefangenen Männchen (s. Tab. VI, Spalte 6) sehr niedrig ist, so darf daraus meines Erachtens keineswegs geschlossen werden, daß bei 300 m die Grenze der Anlockweite erreicht ist, denn es ist nicht einzusehen, warum die Männchen, dem Dufte folgend, den weiten Weg aufs Feld zurücklegen sollen, wenn sie im Bestand ihr Ziel veil einfacher erreichen können. Bei diesem Versuch ist zu bemerken, daß die Lebensdauer der Weibchen in den Käfigen infolge ungeschützteren, Wärme und Wind mehr ausgesetzten Aufhängungsortes wesentlich geringer war als im Walde. ja daß die meisten nur 2—3 Tage dauerte. Ferner ist festzustellen, daß die gefangenen Männchen jeweils an der Fangseite saßen, die entgegengesetzt der Windrichtung lag, d. h. also, daß die Falter entgegen dem durch den Wind zu ihnen getragenen Duft die Fangstelle anflogen. Dies Ergebnis deckt sich mit den Beobachtungen, die ich an anderer Stelle an den Anlockvorrichtungen gemacht habe. Auch hier sah ich, wie die Männchen in den Abendstunden gegen den Wind die Lockweibchen anflogen, und zwar geschah dies im Zickzackfluge kreuzend. In einer Entfernung von rund 10 m von der Lockstelle war die Breite des Zickzackfluges etwa 3 m und nahm dann ab, je näher der Falter dem Weibchen kam. Es erweckte den Anschein, als ob das Männchen,

wenn es aus dem vom Käfig ausgehenden Duftstrom herauskam, abbog und in diesem zurückflog. Am Fangbaum angelangt, flog das Männchen entweder zuerst auf die Gaze des Käfigs oder aber in der Mehrzahl der Fälle direkt auf das Leimpapier. Irgendeine Gesetzmäßigkeit ließ sich hierbei nicht feststellen. Während des Tages wurden schwärmende Falter nur ganz ausnahmsweise beobachtet, jedoch machte sich schon bei Einbruch der Dämmerung der Beginn des Falterfluges bemerkbar. Gegen Ende Juli erreichte er etwa um 9 Uhr abends seinen Höhepunkt, um dann langsam wieder abzuflauen. Die in der Literatur angegebene Zunahme der Schwärmtätigkeit in den frühen Morgenstunden konnte ich nicht beobachten, was wohl durch die geringe Zahl der im Bestand vorhandenen Männchen zu erklären ist, da diese alle schon in den Abendstunden durch das Weibchen angelockt und gefangen wurden.

Nach Fertigstellung dieser Arbeit kommt mir die von Herrn Forstmeister Wilh. Ambros, Svetla/Sazava (Tschecho-Slowakei), im Zentralblatt für das gesamte Forstwesen (63. Jahrg., Heft 5/6) erschienene Arbeit „Nonnenfalterkontrolle auf biologischer Grundlage" zu Gesicht, in der dieser über ähnliche Untersuchungen berichtet. Im großen und ganzen decken sich wohl die beiderseits gemachten Erfahrungen. Besonders interessant ist, daß Herr Forstmeister Ambros mit leeren nachduftenden Pappschachteln auch Erfolg gehabt hat, wenn auch nicht in demselben Umfang wie bei meinen entsprechenden Versuchen, die ich durchführte, ohne von den seinen Kenntnis gehabt zu haben. Erstaunlich ist, daß die Leimpapierstreifen, die nach den Abbildungen zu urteilen, auch Fliegenfänger gewesen sein müssen, bei Herrn Forstmeister Ambros anscheinend länger fängisch waren als bei den hiesigen Versuchen, da er schreibt, daß diese im allgemeinen nur nach Regen hätten erneuert werden müssen. Die bei mir unter günstigsten Verhältnissen (in schattiger, windstiller und feuchter Bodensenke) aufgehängten Fliegenfänger (Tab. II, Nr. 6) waren 9 Tage fängisch, jedoch hatte auch hier die Klebkraft in den letzten Tagen schon sehr stark nachgelassen. Die an normalfeuchten oder gar zugigen Orten aufgehängten Fliegenfänger waren, wie bereits gesagt, schon nach 2 bis 3 Tagen vollkommen trocken und ohne jede Klebkraft, soweit sie nicht nachträglich mit Raupenleim betrichen worden sind.

Die von Herrn Forstmeister Ambros gewählten Weibchenkäfige halte ich nicht für sehr zweckmäßig, besonders hinsichtlich des Vernähens der Gaze auf der Rückseite der Pappschachtel, was wohl beim Auswechseln der Weibchen sehr hinderlich ist. Die hier verwendeten Hartpapierkübel, die im täglichen Leben als Marmeladenbecher usw. verwendet werden, können leicht mit Gaze durch einen Gummiring geschlossen werden und vereinfachen so wesentlich die Weibchenkontrolle.

Die Beobachtung des Herrn Forstmeister Ambros, daß die Fangstellen an der Ost- bis Südostseite der Bäume den besten Erfolg hatten, konnte hier nicht gemacht werden. Hier richtete sich der Fangerfolg lediglich nach der herrschenden Windrichtung. Das würde also be-

deuten, daß bei den Ambrosschen Versuchen vorherrschend West- bis Nordwestwind gewesen sein müßte, da die Falter entgegen dem Luftstrom die Ost- bis Südostseite der Fangbäume angeflogen haben. Entsprechend ist wohl auch die Beobachtung, daß die Männchen zumeist links vom Weibchen gefangen wurden, zu erklären.

Die Beobachtung, daß die aromatischen Schuppen sich bei der Nonne auf den Flügeln befinden sollen, konnte hier nicht bestätigt werden und erscheint mir unwahrscheinlich.

Der Gedanke, dies Anlockverfahren zu einer Bekämpfungsmethode auszugestalten, liegt nahe und hätte viel für sich. Wenn Herr Forstmeister Ambros jedoch in seiner Arbeit davon ausgeht, daß das Verhältnis von Männchen zu Weibchen bei der Nonne 1 : 1 sei und daher ein rechtzeitiges Abfangen der Männchen vor der Begattung eine dauernde Störung des Geschlechterverhältnisses herbeiführen würde und somit eine große Anzahl der abgelegten Nonneneier unbefruchtet sein müßte, so übersieht er die durch Eidmann und die Waldstation für Schädlingsbekämpfung in Rominten nachgewiesene und neuerdings durch das Tharandter Zoologische Institut bestätigte Tatsache, daß ein Männchen durchaus imstande ist, mehrere Weibchen zu befruchten. Bedenkt man dazu, daß nicht nur das Weibchen im Käfig lockt, sondern auch die gleichzeitig mit den Männchen im Bestand geschlüpften Falter, so ist auch bei noch so gutem Fangergebnis und dadurch prozentual niedriger Männchenzahl kaum anzunehmen, daß sehr viele Weibchen unbefruchtet bleiben. Da es aber niemals gelingen wird, die Mehrzahl der Männchen an die Fanganlagen zu locken, bevor sie nicht bereits ein oder mehrere Weibchen befruchtet haben, scheidet meines Erachtens diese Methode als Bekämpfungsmaßnahme aus.

Abschließend möchte ich betonen, daß ich nach meinen in den Jahren 1935 und 1936 in Ostpreußen und 1937 im Lande Sachsen gemachten Erfahrungen mit diesem Anlockverfahren bezüglich seiner Benutzung als Kontrollmaßnahme durchaus derselben Meinung wie Herr Forstmeister Ambros bin, daß nämlich der Forstmann bei der Anwendung über den Stand der Gradation des Schädlings dauernd gut informiert ist und es so bei einiger Aufmerksamkeit ausgeschlossen ist, daß uns die Nonne plötzlich mit einer Massenvermehrung überrascht.

Kurz vor Drucklegung dieser Arbeit erschien im Heft 17 des Forstarchivs 1938 eine Stellungnahme meines ehemaligen Waldstationskameraden Hans Mors zu einigen Arbeiten über eine neue Methode zur Nonnenbefallsermittlung und Nonnenbekämpfung, die sich bezüglich der Brauchbarkeit der Anlockkäfige zur Nonnenbekämpfung durchaus mit meiner vorstehenden wiedergegebenen Ansicht deckt und in der genau dieselben Gründe dagegen geltend gemacht werden. Wenn Mors auch die Anlockfänger zur Nonnenfalterkontrolle „nicht schlechthin empfehlen kann", so „lehnt er die Vorschläge jedoch auch nicht endgültig ab". Zugegeben, daß man beim heu-

tigen Stand der Kenntnisse noch nicht von der Zahl der angelockten und gefangenen Männchen auf den Stand der Gradation schließen kann, weil noch nicht alle beeinflussenden Faktoren so hinreichend bekannt sind, daß man sie verwerten könnte, jedoch läßt sich auf Grund des Fangergebnisses bei dem zu erwartenden Beginn einer Massenvermehrung recht gut feststellen, ob zunächst überhaupt und in welch großer Zahl Nonnen im Revier vorhanden sind. In diesem Sinne ist auch im Sommer 1937 durch die Sächsische Landesforstverwaltung und Landesbauernschaft von der Anlockbefallskontrollmethode, die in gefährdeten Revieren noch durch Falterzählungen unterstützt wurde, Gebrauch gemacht worden.

Sodann läßt sich aber auch aus der M o r s schen Tabelle I wie auch aus meinen eigenen Versuchen ein roher Zusammenhang zwischen dem „Befall nach Falterzählung" und dem Anlockergebnis erkennen, so daß man daraus zunächst einen Aufschluß über eine Zunahme oder Abnahme der Gradation erhalten kann.

Es bleibt natürlich wünschenswert, das Anlockergebnis zu einer genauen Prognose verwenden zu können, um dadurch eventuell von einer Falterzählung oder Puppenhülsensuche unabhängig zu werden, wie es einstweilen noch nicht der Fall ist. Um aber dahin gelangen zu können, ist es erforderlich, alle Teilergebnisse zu veröffentlichen, und deswegen ist auch meine vorstehende Arbeit geschrieben und nicht um, wie es M o r s schreibt, „durch phantasievolle Ausblicke dem Ansehen der angewandten Entomologie zu schaden".

(Aus der Forschungsstelle für Nonnenbekämpfung, Tharandt.)

Die Laubheuschrecke Barbitistes constrictus Brunn. als Forstschädling.

Von

Hans-Werner Nolte, Tharandt.

(Mit 1 Abbildung.)

Obwohl mehrere Literaturangaben vorliegen, nach denen die Laubheuschrecke, *Barbitistes constrictus* Brunn., ein Pflanzenfresser ist, findet man doch hin und wieder die Ansicht verbreitet, daß diese Heuschrecke ein „Nonnenfeind" wäre. So schreibt z. B. R a m m e in seinen Bestimmungstabellen der Orthopteren: „Soll in Nonnenfraßgebieten zahlreich auftreten und sich an der Vertilgung der Raupen beteiligen." Gegen den ersten Teil dieser Bemerkung ist nichts einzuwenden, da ein stärkeres Auftreten der Heuschrecke bisher stets im Zusammenhang mit einer Nonnenkalamität festgestellt wurde, und ich kann diese Beobachtung anläßlich der zur Zeit in Sachsen herrschenden Massenvermehrung dieses Schmetterlings wieder bestätigen. Aber bisher gibt es keine einzige genaue Beobachtung, daß *Barbitistes constrictus* jemals Raupen oder Falter der Nonne angegriffen hat. Im Gegenteil, meine im Sommer 1938 darüber angestellten Versuche zeigten mir, daß er nur Pflanzenfresser zu sein scheint.

Die Heuschrecke ist im südöstlichen Europa beheimatet. Sie wurde bisher in Deutschland auch nur in den östlichen Teilen gefunden. Ihre westlichen Fundorte liegen in Hannover bei Duderstadt, im Harz bei Bad Sachsa, in Thüringen bei Adlersberg, Weida und Eisenach und in Bayern bei Kulmbach. In Sachsen wurde sie von B a e r in Johnsdorf bei Zittau, in Dresden und in Tharandt nachgewiesen. Ich fand sie 1937 in wenigen Exemplaren im Revier Walddorf und 1938 sehr zahlreich in den Revieren Ottendorf-Okrilla bei Dresden und Mühltroff bei Plauen i. Vgtl. sowie in dem thüringischen Revier Knau bei Schleiz, und von Prof. P r e l l wurde sie im Revier Heinzebank nachgewiesen.

Die kurzflügelige Heuschrecke tritt in zwei Farbvarietäten auf, die ich beide nebeneinander feststellen konnte. Die eine entspricht der von T ü m p e l gegebenen Artbeschreibung. Der Hinterleib ist oberseits dunkelbraun bis fast schwarz gefärbt und zeigt zwei vom Kopf

über den Thorax ziehende gelbliche Seitenlinien sowie eine ebenfalls vom Kopf ausgehende feinere gelbliche Mittellinie. Die hinteren Segmenträndер sind gelblich gefärbt. Der Bauch ist hellgrün. Die zweite Varietät ist ganz allgemein heller gefärbt. Sie besitzt einen oberseits dunkelgrünen Hinterleib, der mit braunen Punkten versehen ist. Die Mittellinie, die Seitenlinien sowie die helleren Segmenträndер sind ebenfalls vorhanden, und die Bauchseite ist heller grünlichgelb gefärbt. Diese Form wurde von La Baume genauer beschrieben.

Die Larven sind grün gefärbt und über den ganzen Körper verstreut mit braunen Punkten versehen. Ihnen fehlen noch die Flügel, und das Ende der Legeröhre besitzt einen ganz geraden Rand, während diese bei den weiblichen Imagines im letzten Drittel stark gezähnt ist.

Barbitistes constrictus wurde von Torka und Kozikowski in Kiefernbeständen, von La Baume in Fichtenbeständen festgestellt. Von den beiden Revieren, in denen ich ihn zahlreich vorfand, ist Ottendorf-Okrilla ein Kiefernrevier und Mühltroff ein Fichtenrevier. Während aber Torka und Kozikowski die Heuschrecken in jüngeren Beständen (4—35jährig) antrafen, beobachtete ich sie vor allem in Althölzern, und auch die Bemerkung La Baumes, daß sie an Fichtenstämmen sitzend gefunden wurden, scheint darauf hinzudeuten. Von Zacher und Baer wurden sie von Birken geklopft.

Abb. 1.
(Aus Escherich, Forstinsekten II, S. 12, Abb. 12.)

In der Gefangenschaft nahmen die Tiere auch sehr gern Lärche an. Rotbuche wurde ebenfalls gefressen, aber die Nadelhölzer wurden ihr vorgezogen. Nach Kozikowski fraßen sie noch Farnkraut (*Pteris aquilina*) und Gras (*Calamagrostis epigeios*) sowie aufgeschnittene reife Pflaumen, nach Torka Heidekraut (*Calluna vulgaris*).

Größere Schädigungen konnte ich in den sächsischen Revieren bisher nicht feststellen, aber nach Torka und Kozikowski haben sie die Kiefernjungbestände, in denen sie von diesen beobachtet wurden, schwer geschädigt. Letzterer berichtet, daß die Heuschrecken teilweise bis zu 50 % der Nadeln der letzten drei Jahrestriebe vernichtet haben. Dazu kommt, daß sie auch die Rinde der jüngsten Zweige verzehren und die Endknospen zerkauen. Sie befressen die Kiefernnadeln von der Basis her und verzehren das untere Drittel bis auf einen dünnen Streifen. Der Rest der Nadeln vertrocknet dann und hängt schlaff herunter. Der Fraß an Fichte ist verschieden. Entweder greifen sie die Nadeln ebenfalls an der Basis an, so daß ähnliche Bilder wie bei Kiefer entstehen oder sie befressen sie von der Spitze her, verzehren sie dann

aber meist nur zur Hälfte. Im ersteren Fall kommt es auch vor, daß der stehenbleibende dünne Streifen, wahrscheinlich mehr zufällig, durchbissen wird, so daß der Spitzenteil der Nadel herunterfällt. Auch bei Fichte greifen sie die Rinde der jungen Zweige an. Die Nadeln der Lärche wurden vorwiegend von der Spitze her befressen. Daneben wurden auch häufiger die jüngsten, noch zarten Zweige in der Mitte durchbissen. Daß dieser zum Teil sehr verschwenderische Fraß erhebliche Schäden vor allem für jüngere Bestände bringen kann, bedarf wohl keiner Erörterung weiter.

Diese Beobachtungen zeigen nun, daß *Barbitistes constrictus* ein Pflanzenfresser ist und gelegentlich sehr schädlich werden kann. Wie ist er dann aber in den Ruf eines Nützlings gekommen, der der Nonne nachstellen soll? Einmal ist dafür natürlich die Feststellung ausschlaggebend gewesen, daß er nur bei Massenvermehrungen der Nonne zahlreicher beobachtet wurde. Dann mag auch die Veröffentlichung La Baumes dazu beigetragen haben. Dieser gibt Mitteilungen wieder, die er von Prof. Ludwig erhalten hat, der sich aber auf Beobachtungen Dritter stützt, die die Heuschrecken „an Raupen" und an mit Faltern dicht besetzten Fichtenstämmen gesehen haben. Daß sie wirklich Raupen oder Falter gefressen haben, wird mit keinem Wort erwähnt, und La Baume glaubt auch nicht daran. Ich habe mehreren Heuschrecken nur Nonnenraupen und Falter angeboten, konnte aber nicht ein einziges Mal beobachten, daß sie diese angriffen. Im Gegenteil sie starben, nachdem sie einige Tage gehungert hatten. Nun hat Torka gesehen, daß einige seiner Weibchen in der Gefangenschaft tote Fliegen und Nonneneier gefressen haben. Es ist vielleicht möglich, daß gelegentlich einmal tote Insekten angenommen werden, aber wahrscheinlich eben nur tote. Eine von mir gemachte Beobachtung könnte dies bestätigen. Ich fand in Mühltroff eine weibliche Larve, die an den Resten einer vom Puppenräuber ausgefressenen Puppe des Flechtenspinners (*Lithosia deplana*) leckte. Was das Fressen von Nonneneiern betrifft, möchte ich mich in diesem Punkt Kozikowski anschließen, der die Meinung vertritt, daß die Eier der Nonne unter den Rindenschuppen von *Barbitistes constrictus* nicht erreicht werden können.

Dennoch ist das gemeinsame Auftreten der Nonne und der Heuschrecke äußerst interessant, ja diese Tatsache wird sogar dadurch noch interessanter, daß Lodes 1905 und 1906 das gleiche für zwei mit unseren beiden Tieren sehr nahe verwandte Insektenarten beobachten konnte. Während einer Schwammspinnerkalamität auf der zu Istrien gehörenden Insel Veglia im Jahre 1906 stellte er eine starke Vermehrung von *Barbitistes oczkayi* Charp. fest. Dieser trat als Laubholzschädling auf, und zwar wurde er besonders den Eschen gefährlich.

Für diese gemeinsamen Massenvermehrungen werden mehrere Gründe angegeben. Die erste Auffassung, die voraussetzt, daß *Barbitistes constrictus* ein Nonnenfeind ist, geht dahin, daß die Vermehrung

der Heuschrecke durch die Nonnenkalamität bedingt ist. Sie fällt mit der Feststellung, daß die Nonne wahrscheinlich in keinem Stadium angegriffen wird. Baer, der dieses Insekt bereits als Pflanzenfresser anspricht, gibt zwei andere Gründe an: „Einesteils können es wohl in beiden Fällen die gleichen ‚günstigen Bedingungen' gewesen sein, die zur Vermehrung der genannten Insekten führten, dann mag aber wohl auch der *Barbitistes* durch die starke Lichtung der Vegetation seiner Schlupfwinkel und auch Nahrungsquellen so beraubt worden sein, daß er dadurch sozusagen bloßgestellt, sich mehr als sonst bemerklich machte." Von diesen beiden Gründen dürfte der zweite in Wegfall kommen, denn er würde voraussetzen, daß die Heuschrecke stets in großer Zahl vorhanden wäre. Dann müßte sie aber doch hin und wieder bemerkt werden. Abgesehen davon, fielen mir die großen Mengen der Tiere in den sächsischen Revieren auf, obwohl dort bisher keine Fraßschäden durch die Nonne „eine starke Lichtung" verursacht haben, wodurch die Heuschrecken ihrer „Schlupfwinkel und Nahrungsquellen beraubt" wären. Es handelt sich schon um eine Massenvermehrung, und für deren Ausbruch kann nur der erste von Baer angeführte Grund der gleichen „günstigen Bedingungen" maßgebend sein. Für die Weiterentwicklung der beiden Insektenarten, Nonne und *Barbitistes*, scheinen aber die Bedingungen nicht unbedingt die gleichen sein zu müssen, denn Kozikowski stellte fest, daß in dem polnischen Revier Rudua Mala 1925 der *Barbitistes constrictus* zwar zusammen mit der Nonne auftrat, daß die Nonne aber 1926 und 1927 verschwunden war, während *Barbitistes* noch weiterhin schädlich wurde.

Abschließend ist demnach festzustellen, daß für *Barbitistes constrictus* bisher niemals nachgewiesen werden konnte, daß er Nonnenraupen oder Falter frißt. Aber er ist wiederholt als Forstschädling in Fichten- und Kiefernbeständen aufgetreten und hat teilweise großen Schaden angerichtet, der sich dadurch noch erhöht, daß die Heuschrecke zusammen mit der allein schon sehr schädlichen Nonne in Massenvermehrung tritt.

Literatur.

Baer, W., Zur Orthopterenfauna der preußischen Oberlausitz. Abhandl. Naturf Gesellsch. Görlitz 24, 1904.

— — Bemerkungen über *Barbitistes constrictus* Br. und *Leptophyes albovittata* Kollar. Zeitschr. wiss. Ins. Biol. 5, 1909.

Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. Zweiter Band 1923, S. 12 u. 13.

Kozikowski, A., Opaslik sosnowice (*Barbitistes constrictus* Br.) jako nowy szkodnik sosny. Bull. Ent. d. l. Pologne 1927. (Referat: Escherich, K., Eine Laubheuschrecke [*Barbitistes constrictus* Br.] als Kiefernschädling. Zeitschr. angew. Entom. 13, 1928).

Ba Baume, W., Über Vorkommen und Lebensweise von *Barbitistes constrictus* Br. (Orth. Locust.). Zeitschr. wiss. Ins. Biol. 6, 1910.

Lodes, A., Ein neuer Laubholzschädling (*Barbitistes oczkayi* Charp.). Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 32, 1907.

Ramme, W., Geradflügler, *Orthoptera* in Brohmer, Ehrmann, Ulmer: Die Tierwelt Mitteleuropas Bd. IV, 2. Lieferung.
— — *Orthoptera*, Geradflügler, in Brohmer: Fauna von Deutschland. Leipzig 1932.
Torka, V., Ein Kieferninsekt aus der Ordnung der Orthopteren. Zeitschr. wiss. Ins. Biol. 5, 1909.
Tümpel, R., Die Geradflügler Mitteleuropas. Eisenach 1901.
Weidner, Die Geradflügler (*Orthopteroidea* und *Blattoidea*) Mitteldeutschlands. Zeitschr. f. Naturw. 92, 1938.
Zacher, F., Die Geradflügler Deutschlands und ihre Verbreitung. Jena 1917.

Über das Zusammenleben von Holzwespen (Siricinae) mit Pilzen.

Von

Dr. **Helene Francke-Grosmann.**

(Aus dem Zoologischen Institut der Forstlichen Hochschule Tharandt.)

(Mit 18 Abbildungen.)

Bei seinen Untersuchungen über die Symbiosen holzzerstörender Insekten mit Mikroorganismen fand Paul Buchner, daß auch die weiblichen Imagines der von ihm bearbeiteten Holzwespen mit Pilzen vergesellschaftet sind. An der Insertionsstelle des Legestachels entdeckte Buchner ein paariges, birnenförmiges Organ, das regelmäßig mit den Oidien eines schnallenbildenden Pilzes, also eines Basidiomyceten, angefüllt war. Er beschreibt dieses Organ als zwei regelrechte Spritzen, deren Mündungen so gelegen sind, daß sie sich „mit der Vagina und einer weiteren unpaaren Drüse in dem von den paarigen Teilen des Legeapparates gebildeten Gang vereinen". Verbunden mit diesen Pilzspritzen und zugleich als Retentionseinrichtung dienend fand Buchner „je eine Drüse, deren Sekret sich mit den durch einen verjüngten Gang austretenden Pilzen mengt". Er nimmt auf Grund dieser morphologischen Befunde an, daß es sich bei dem Zusammenleben von Holzwespen mit Pilzen um eine Symbiose handeln müsse, bei welcher eine Übertragung der Pilze auf die nachfolgende Generation gesichert sei. Über die Auswirkung der Symbiose kann Buchner noch keine sicheren Angaben machen. Das Fraßholz der Siriciden ist im allgemeinen nur spärlich von Pilzhyphen durchsetzt, so daß nach Ansicht Buchners eine direkte Ernährungssymbiose nicht besteht. Er spricht vielmehr die Vermutung aus, daß wir es hier mit einer ganz neuen Form der Ambrosiazucht zu tun haben, bei der das Insekt weniger die Substanz des Pilzes als Nahrungsquelle benutzt, als daß es sich die Enzyme des Pilzes beim Verdauungsvorgang nutzbar macht. Jedenfalls zieht Buchner aus der Tatsache, daß sich der Siricidenkörper in diesen Pilzspritzen zu raffinierten Übertragungsorganen „aufrafft", den Schluß, daß das Zusammenleben der Holzwespen mit Pilzen für diese ein hochbedeutsames sei.

Trotz den von Buchner gegebenen Anregungen zur Weiterarbeit auf diesem Gebiete sind die Beziehungen der Holzwespen zu Pilzen bisher nur wenig bearbeitet worden.

Chrystal beschäftigt sich bei seinen biologischen Untersuchungen über Holzwespen auch kurz mit dem Problem ihrer Vergesellschaftung mit Pilzen. Er konnte die Befunde von Buchner für die weiblichen Imagines von *Sirex cyaneus* F. bestätigen. Ferner fand er die gelatinöse Masse, welche die Stichkanäle der Holzwespe auskleidet sowie die nähere Umgebung der Larvengänge von den Hyphen eines schnallenbildenden Pilzes durchzogen.

Eine eingehendere Behandlung hat das Problem durch Wolfgang Müller erfahren. Dieser hat die begleitenden Pilze von *Sirex gigas* L. und *Sirex phantoma* F. in Kultur genommen. Die Ergebnisse seiner Untersuchungen faßt er selber folgendermaßen zusammen: „Der *Sirex*-Pilz liegt in der Symbiose, soweit sie uns bekannt ist, in Oidienform vor. In Kultur bildet er ein typisches Basidiomycetenmycel. Fruchtkörper traten in der Kultur bis jetzt nicht auf." — „Der *Sirex*-Symbiont gedeiht nicht mit Zellulose als einziger Kohlenstoffquelle." „Eine Deutung der Siriciden-Symbiose ist noch nicht möglich. Das Bestehen einer Pilzzucht wie bei den Ambrosiakäfern, ist wenig wahrscheinlich." Auf die Holzwespen bezieht sich auch folgender Satz: „Die Deutung der Übertragungseinrichtungen bei weiblichen Imagines (Pilzspritzen) als spezifische, in der Symbiose entstandene Organe ist nicht zwingend." Holzzersetzende Fähigkeiten glaubt Müller bei den von ihm gezüchteten *Sirex*-Pilzen verneinen zu müssen, während er auf Grund seiner Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung von Futterholz und Genagsel zu der Ansicht kommt, daß im Darm der Holzwespen eine Zelluloseverdauung stattfinden müsse. Inwieweit die Methoden, welche zu diesen Ergebnissen führten, anfechtbar sind, soll später dargelegt werden.[1])

Der Grund, weshalb das Zusammenleben der Holzwespen mit Pilzen bisher verhältnismäßig wenig bearbeitet worden ist, liegt vor allen Dingen in der Schwierigkeit der Materialbeschaffung. Das Zoologische Institut in Tharandt, an welchem ich auf Anregung von Herrn Professor Prell die vorliegenden Untersuchungen ausführen konnte, bietet insofern günstige Studienmöglichkeiten, als es häufig Holzwespen oder von Holzwespen befallenes Holz aus der Praxis — aus den staatlichen und nichtstaatlichen

[1]) Während der Drucklegung der vorliegenden Arbeit erhielt ich durch ein Referat in der Rev. of Appl. Ent. Kenntnis von einer im Mai d. J. erschienenen Veröffentlichung von Cartwright, die ich bisher leider nicht im Original einsehen konnte. Danach hat Cartwright die begleitenden Pilze von *S. cyaneus* und *S. gigas* aus den Pilzorganen, von Eiern und Bohrgängen gezüchtet und als Holzpilze bestimmt. Er nimmt an, daß diese Pilze unter Umständen für die Larven pathogen werden können. Nach ihm sind die Pilze bereits bei den späten Stadien der weiblichen Puppen in den Pilzorganen anzutreffen.

Forstrevieren Sachsens, aus Siedlungsbauten, sogar aus Bergwerken — zur Bestimmung zugesandt erhält. Durch den von der Staatlichen Hauptstelle für Forstlichen Pflanzenschutz am Zoologischen Institut Tharandt organisierten Meldedienst für Forstschädlinge kommt das Vorhandensein von *Sirex*-Material dem Zoologischen Institut rechtzeitig zur Kenntnis. Dem Interesse zahlreicher sächsischer Revierverwalter, die uns auf unsere Bitten Studienmaterial lieferten, verdanken wir wertvolle Untersuchungsmöglichkeiten. Nicht zuletzt gelangte wichtiges Material durch die freundliche Vermittlung von Herrn Professor Prell in meine Hände, dem ich sehr dankbar dafür bin, daß er mir dieses wertvolle Material unumschränkt für meine Untersuchungen zur Verfügung gestellt hat.

Die vorliegende Arbeit berichtet über die Ergebnisse zehnjähriger, allerdings nur gelegentlich, je nach dem Vorhandensein von geeignetem Material ausgeführter Untersuchungen.[1]) Um einen Überblick über den Umfang dieser Untersuchungen zu geben, möchte ich zunächst kurz auf das **Material** eingehen, das uns vorgelegen hat.

Von den in Deutschland vorkommenden Holzwespen konnten die nadelholzbewohnenden Arten *Xeris spectrum* L., *Paururus juvencus* L., *Paururus noctilio* F., *Sirex gigas* L. und *Sirex augur* Kl. sowie die laubholzbewohnende Holzwespe *Tremex fuscicornis* F. in fast allen Entwicklungsstadien untersucht werden. Die begleitenden Pilze wurden von jeder Materialprobe in Kultur genommen. Von den Arten *Sirex phantoma* F. und *Tremex magus* F. konnte nur getrocknetes Museumsmaterial unter-

Tabelle I.

Überblick über das den Untersuchungen zugrundeliegende wesentlichste Material

Holzwespenart	Holzart	Herkunftsort	Bemerkungen
I. *Xeris spectrum* . .	Kiefer	Stützerbach (Thür.)	Dürrling.
II. *Xeris spectrum* . .	Fichte	Tharandt (Sa.)	Frisches Brennholz.
III. *Paururus juvencus* .	Fichte	Tharandt (Sa.)	Dürrling.
IV. *Paururus juvencus* .	Fichte	Hartmannsdorf (Sa.)	Dürrling.
V. *Paururus juvencus* .	Fichte	Zöblitz (Erzgeb.)	Brennholz.
VI. *Paururus juvencus* .	Kiefer	Glasten (Sa.)	Dürrling.
VII. *Paururus juvencus* .	Tanne	Tharandt (Sa.)	Dürrling.
VIII. *Paururus noctilio* .	Kiefer	Glasten (Sa.)	Dürrling.
IX. *Sirex gigas* . . .	Fichte	Tharandt (Sa.)	Brennholz.
X. *Sirex gigas* . . .	Fichte	Tharandt (Sa.)	Tischlerholz
XI. *Tremex fuscicornis* .	Pappel	Bingen (Rhein)	Aus „Pappelsterbengebiet“.
XII. *Tremex fuscicornis* .	Walnuß	Wachwitz b. Dresden	Aus frostgeschädigten Walnußbäumen.

[1]) Über die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurde von mir erstmalig auf dem Internationalen Entomologenkongreß in Berlin, August 1938, berichtet.

sucht werden. Die Befunde bei den pilzführenden Holzwespen sind jedoch so übereinstimmend, daß Analogieschlüsse weitgehend möglich sind.

Ein besonders günstiger Umstand, der den Untersuchungen außerordentlich förderlich war, war der, daß uns bei unseren Untersuchungen einzelne der ja meist ziemlich polyphagen Holzwespenarten in verschiedenen Futterhölzern und von verschiedenen Fundorten vorgelegen haben. Die besonders umfangreichen Materialproben, an denen die wesentlichsten Untersuchungen ausgeführt wurden, seien in der vorstehenden tabellarischen Zusammenfassung kurz angeführt.

Um die Lage der Buchnerschen „Pilzspritzen" bei den weiblichen Imagines der Holzwespen, ihre Funktion und Bedeutung im Rahmen des gesamten Geschlechtsapparates näher zu kennzeichnen, ist es notwendig,

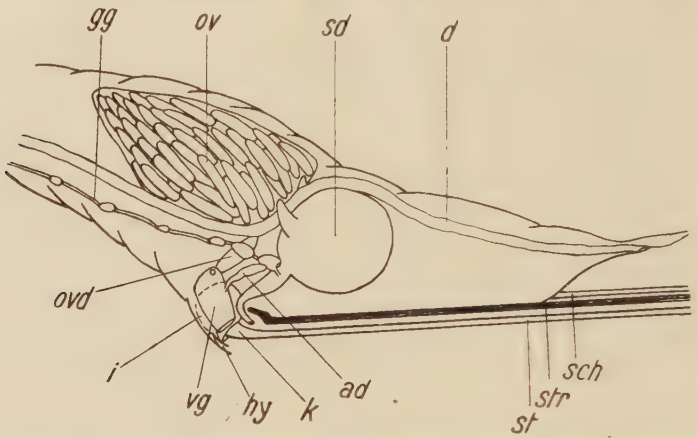


Abb. 1. Längsschnitt durch den Hinterleib eines ♀ von *Paururus juvencus* (leicht schematisiert). Rechts *ov* = Ovar, *ovd* = Ovidukt, *vg* = Vagina, *ad* = Anhangdrüse, *i* = Intersegmentaltasche, *k* = Kolbenorgan, *hy* = Hypopygium, *sd* = unpaare Schleimdrüse, *d* = Darm, *gg* = Ganglienkette, *sch* = Stachelscheide, *str* = Stachelrinne, *st* = Stechborste.

kurz auf die **Morphologie des Geschlechtsapparates der Holzwespen**, soweit sie in diesem Zusammenhang von Wichtigkeit ist, einzugehen (vgl. Abb. 1).

Der Stachelapparat der Holzwespen, dessen einzelne Teile seit den Untersuchungen von Enoch Zander leicht zu homologisieren sind, besteht aus dem Stachel und der diesen umschließenden Stachelscheide. Letztere ist ein paariger Anhang des 12. Körpersternits. Der Stachel selbst ist aus der Stachelrinne und zwei mit dieser verfugten dreikantigen Stechborsten susammengesetzt. Die rückwärtig gelegene Stachelrinne ist eine gewölbte Schiene, die sich wie die Stachelscheide aus paarigen Anhängen des 12. Sternits entwickelt, welche bis auf ein kurzes Stück an der Stachelspitze median miteinander verwachsen sind. Basal geht die Stachelrinne in die Stachelrinnenbögen über, die dem vorderen Rande des 12. Sternits entsprechen. Die Wölbung der Stachelrinne wird rückwärts durch das sogenannte „Gabelbein" gestützt, das ebenfalls dem 12. Segment

zuzurechnen ist. Die dreikantigen Stechborsten, deren innere Fläche mit Chitinborsten besetzt ist, sind Anhänge des 11. Körpersegmentes; sie werden durch die Stechborstenbögen, die dem Vorderrande des 11. Sternits entsprechen, getragen. Stechborsten und Stachelrinne umschließen den Hohlraum, in dem das Ei beim Legeakt entlanggleitet. Zwischen dem 11. und dem 12. Sternit, kurz oberhalb des Gabelbeins, befindet sich die enge Öffnung einer mächtigen unpaaren Drüse, die von älteren Autoren für das *Receptaculum seminis* gehalten wurde, welche jedoch der Giftdrüse der akuleaten Hymenopteren entspricht. Sie enthält ein glasklares, zähes Sekret, das sich bei älterem, alkoholfixiertem Material bernsteingelb färbt, und das, wie sich an solchem Material erkennen läßt, auch den Hohlraum des Stachels ausfüllt.

Zwischen den Stechborstenbögen enden die Stechborsten in zwei kolbenförmigen Organen (Abb. 2), die bei den einzelnen Holzwespengattungen etwas verschieden gebaut sind, denen aber doch ein gemeinsamer Bauplan zugrunde liegt. Sie entsprechen den medianen Teilen des 11. Sternits, sind an ihrer basalen Vorderfläche stark chitinisiert und haben eine zarthäutige Kuppe, welche in taschenförmige Erweiterungen der Intersegmentalhaut zwischen 10. und 11. Segment hineinragt. Seitlich setzen an die Chitinteile des Kolbens längliche Chitinspangen an, die den Intersegmentaltaschen einen gewissen Halt und eine elastische Spannung verleihen, die aber auch eine Ansatzstelle einer Gruppe der longitudinalen segmentalen Muskeln sind, welche die teleskopartige Einziehung des Insektenabdomens bewirken.

Abb. 2. Stachelansatzzelle einer fast reifen Puppe von *Sirex gigas* Puppenhaut entfernt. Zwischen den Stachelbögen die Kolbenorgane.

Ein Schnitt durch das Kolbenorgan, das bereits von Ratzeburg abgebildet aber nicht näher beschrieben wurde, lehrt, daß wir es, wie auch schon Buchner erkannte, mit einem Drüsenorgan zu tun haben. Der gesamte Kopf des Kolbens ist mit Drüsenzellen ausgefüllt, deren geschlängelte Ausführgänge meist in Gruppen zu 4 oder 5 auf der Oberfläche des Kolbens endigen und zwar sowohl auf den vorderen stark chitinisierten Teilen des Kolbens als auch auf der weichhäutigen Kolbenkuppe (s. Abb. 3.)

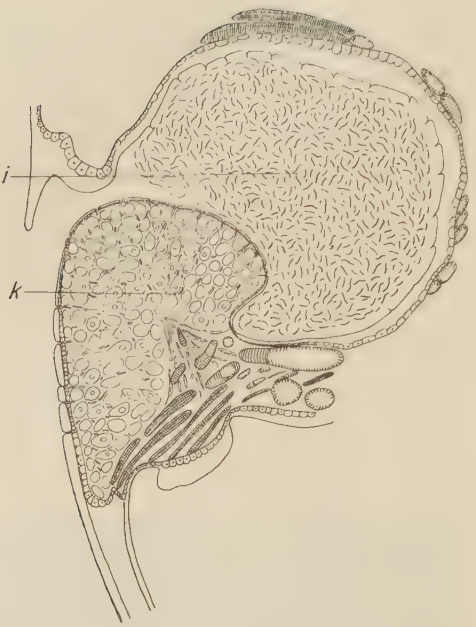


Abb. 3. Längsschnitt durch ein Intersegmentalorgan von *Paururus juvencus*. k = Kolbenorgan, i = Intersegmentaltasche mit Oidien.

Die Intersegmentaltaschen, in welche die Kolben hineinragen, sind zart häutige Gebilde, die von wenigen Muskeln überzogen sind. Sie sind bei der frischgeschlüpften Imago noch nicht völlig entfaltet, dehnen sich aber bald zu mächtigen Taschen aus, die bei *Paururus* und *Sirex* den Vorderrand des 10. Sternits erreichen. Sie liegen als bohnenförmige Gebilde zu beiden Seiten des unpaaren Eileiters, der Vagina, die durch sie lateral breitgedrückt erscheint. Die Öffnung der Intersegmentaltaschen liegt beiderseits der Genitalöffnung. Diese wird durch das Hypopygium, einem kleinen Schildchen, das dem hinteren Abschnitt des weichhäutigen Teiles des 10. Segmentes entspricht, überdeckt, und dieser weichhäutige Abschnitt des 10. Sternits wird wiederum von dem starkchitinierten Abschnitt des 10. Sternits schildartig überwölbt. Das Ei streicht also auf seinem Wege ins Freie im Eileiter zwischen den beiden Intersegmentaltaschen hindurch, tritt durch die Genitalöffnung in einen Hohlraum, der ventral durch die verbreiterte Basis der Kolbenorgane, durch das Hypopygium und schließlich durch das sich über beides legende Schild des 10. Sternits abgeschlossen ist und wird von da in den Hohlraum des Stachels geleitet, an dessen Ende es schließlich austritt.

Abb. 4. Basis des Stachelapparates von *Xeris spectrum*. Zwischen den Stachelbögen die Kolbenorgane. Kalilaugenpräparat.

Die Kolbenorgane, deren Vorderränder vermutlich auch bei der Begattung eine Rolle spielen, indem sie der Verankerung der männlichen

Hypopygien dienen, sind, wie schon Buchner bemerkte, bei den einzelnen Holzwespengattungen etwas abweichend gebaut.

Bei *Xeris spectrum*, der einzigen europäischen Art dieser Gattung, finden sich verhältnismäßig kleine Kolben vor (Abb. 4). Der weichhäutige Teil des Kolbens ist sehr flach ausgebildet, die Mehrzahl der Drüsengänge mündet auf der stark chitinisierten vorderen Kolbenfläche. Die Intersegmentaltaschen sind nur andeutungsweise vorhanden.

Bei den Angehörigen der Gattungen *Sirex* und *Paururus* (Abb. 5 und 6) sind die Kolben relativ größer, der weichhäutige Kopf der Kolben ist stärker entwickelt und senkt sich in gut ausgebildete Intersegmentaltaschen hinein. Die morphologischen Unterschiede der Organe bei den einzelnen Arten derselben Gattung sind außerordentlich gering.

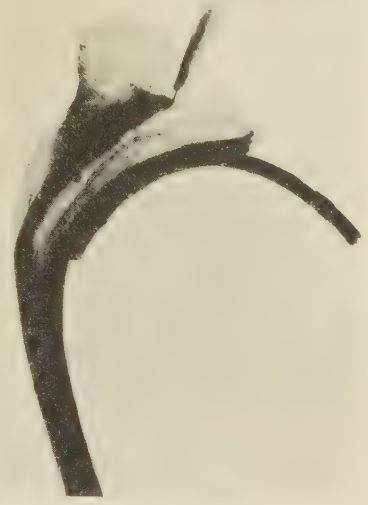


Abb. 5. Kolbenorgan von *Paururus juvencus*. Kalilaugenpräparat.

Eine besonders starke Entwicklung haben die Kolbenorgane bei der Gattung, *Tremex* erfahren (Abb. 7). Der Kolbenkopf ist hier ein mächtiges Organ, das eine noch besondere Differenzierung dadurch erfahren hat, daß die einzelnen Gruppen der Drüsenausführgänge auf kleinen inselförmigen Skleriten gelegen sind. Die Intersegmentaltaschen ragen tief in die Leibeshöhle hinein.

Abb. 6. Stechborstenbasis mit Kolbenorganen von *Sirex gigas*. Die den Organen aufsitzende Oidienkuppe aus den Intersegmentaltaschen ist mitpräpariert, jedoch leicht verquollen. Kalilaugenpräparat.

Der Inhalt der Intersegmentaltaschen besteht bei den erwachsenen, fortpflanzungsfähigen ♀♀ der Gattungen *Sirex*, *Paururus* und *Tremex* aus einem schleimigen Sekret, in welches eine Unmenge von Oidien schnallenbildender Pilze eingebettet ist. Diese Oidien sind mit großer Regelmäßigkeit in den Intersegmentaltaschen anzutreffen. Unter zahllosen

untersuchten Wespen dieser Gattungen fand sich nur eine einzige (*Paururus juvencus* aus Tanne, Material VII), bei welcher eine einseitige Besiedlung der Intersegmentaltaschen mit Pilzen gefunden werden konnte. Einen gleichen Fall einseitiger Füllung der Pilztaschen hat bereits Buchner beschrieben. Mitunter war bei den Angehörigen der Gattungen *Paururus* und *Sirex* neben den Oidien eine größere Anzahl von Nematoden in den Intersegmentaltaschen aufzufinden und regelmäßig war der Inhalt der Taschen mit Bakterien infiziert, die sich beim lebenden Insekt — da der Inhalt der Taschen sauer reagiert — kaum bemerkbar machten, die aber bei der Kultur der Pilze äußerst störend wirken können. Im Gegensatz zu den Befunden bei den genannten Arten konnte bei *Xeris spectrum* weder bei den aus Kiefer noch bei den aus Fichte stammenden ♀♀ irgendwelche diesen vergesellschaftete Pilze angetroffen werden. Selbstverständlich steht trotzdem die Möglichkeit offen, daß sich gelegentlich Pilzhyphen in der Nähe der Kolbenorgane ansiedeln könnten, eine Bindung zwischen Pilz und Wespe muß aber für *Xeris spectrum* verneint werden.

Abb. 7. Kolbenorgan von *Tremex fuscicornis*. Kalilaugenpräparat.

Die morphologischen Befunde Buchners konnten somit für alle untersuchten Holzwespen, mit Ausnahme von *Xeris spectrum*, bestätigt werden.

Die **Eiablage der Wespen** hat bereits durch Scheidter und Bischoff eine eingehende Schilderung erfahren. Das von Bischoff beschriebene Verhalten von *Tremex* scheint dabei in einigen Punkten, insbesondere in bezug auf die Rolle der Fühler, von den Gepflogenheiten von *Sirex* und *Paururus* abzuweichen. Meine Beobachtungen an *Paururus* und *Sirex* decken sich im wesentlichen mit den Scheidterschen Schilderungen, zum Teil auch mit den Angaben von Bischoff für *Tremex*.

Um die starke Beanspruchung der Region der Intersegmentaltaschen beim Legeakt näher zu erläutern, sei hier ausführlicher auf das Verhalten eines *Sirex-augur*-♀ bei der Eiablage eingegangen.

Die Wespe nahm im Laboratorium stehende und liegende, berindete, nicht allzu frische Fichtenabschnitte willig zur Eiablage an und ließ sich selbst durch künstliche Beleuchtung während der photographischen Aufnahmen nicht im mindesten stören. Das Tier lief anfangs lebhaft nach

einer geeigneten Stelle suchend auf den beiden Abschnitten herum. Dabei trillerte es eifrig mit den Fühlern auf der Rinde; der Hinterleib wurde stellenweise nachgeschleppt. Hatte das Tier eine ihm geeignet erscheinende Stelle gefunden, so machte es halt, der Hinterleib wurde angehoben und die Spitze des in der Legescheide befindlichen Bohrers aufgesetzt. Wenn die Stachelspitze hinter einem Rindenschüppchen einen Halt gefunden hatte, machte das Tier einige kurze Schritte rückwärts, wodurch der Legestachel aus der Stachelscheide hervorklappte und sich aufstellte, wobei gleichzeitig die Insertionsstelle des Stachels hoch emporgehoben wurde. Die Beine der Wespe waren dabei fest an die Rinde gekrallt, die Fühler suchten Kontakt mit der Unterlage. Zu Beginn des Einbohrens bildete der Hinterleib der Wespe einen stumpfen Winkel von etwa 130 Grad (Abb. 8). Der Stachel wurde rechtwinkelig zur Körperachse angesetzt, er war somit schräg nach hinten gerichtet. Auf der Abbildung ist er zwischen den etwas breit gestellten Hinterbeinen der Holzwespe sichtbar. Das Einbohren des Stachels geschah unter stetig kreisenden Bewegungen der Stachelansatzstelle, die auch die nach hinten gerichtete leere Stachelscheide mitführte. Die Spitze der Stachelscheide beschrieb dabei eine elliptische Figur. Die Bewegung, durch welche die Stechborsten in rhythmischer Folge vorgestoßen werden, war so rasch, daß bei $^1/_5$ Sek. Belichtungszeit die Stachelscheide nur als Schatten auf die Platte kam. Die Bewegung der Stachelbasis hat eine sehr geringe Amplitude, sie wird durch die Übertragung auf die lange Stachelscheide bei dieser erheblich verstärkt.

Abb. 8. *Sirex augur* bei Beginn der Eiablage. $^4/_5$ nat. Größe, $^1/_5$ sec.

Abb. 9. *Sirex augur* bei der Eiablage. $^4/_5$ nat. Größe, $^1/_5$ sec.

Abb. 10. *Sirex augur* beim Herausziehen des Legestachels. $^4/_5$ nat. Größe, $^1/_5$ sec.

Nach 6—8 Minuten[1]) war der Stachel voll in das Holz eingesenkt (Abb. 9). Der Hinterleib der Wespe war dabei dreieckig ausgezogen, das ganze Abdomen seitlich zusammengedrückt. Das Tier ist jetzt aufs höchste konzentriert, die Fühler berühren das Substrat, und an einer schwachen Flankenbewegung erkennt man, daß die Eiablage vor sich geht. Die Zeit, in welcher das Tier in dieser Stellung verharrte, war verschieden lang, meist dauerte die Eiablage länger als eine Minute. Das Herausziehen des Stachels ging verhältnismäßig rasch und ohne sehr auffällige Bewegungen seitens der Wespe vor sich (Abb. 10). Es geschah im allgemeinen kontinuierlich, die Fühler wurden dabei wagerecht nach vorn gehalten. Nach 1—2 Minuten war das Herausziehen des Stachels beendet, wonach sich das Tier sofort wieder mit trillernden Fühlern auf die Suche nach einer neuen Eiablagestelle begab. Die Einstichstelle war nach beendetem Legeakt an einem kleinen Sekrettröpfchen, das die Einbohrstelle benetzt hatte, kenntlich.

Daß eine **Übertragung der Oidien auf das Ei** stattfinden würde, war von vornherein anzunehmen, da die unmittelbare Umgebung der Intersegmentaltaschen beim Einbohren des Stachels in das Holz sowie bei der Eiablage auf mannigfache Weise gedrückt, gepreßt und gerieben wird, was ein Austreten der Oidien bewirken muß. Auch dadurch, daß die Abdominalsternite beim Bohrgeschäft teleskopartig eingezogen werden, muß ein Druck auf die Intersegmentaltaschen ausgeübt werden, ganz abgesehen davon, daß auch eine Kontraktion der die Taschen überspannenden zarten Muskeln die Oidien austreiben kann. Der Nachweis, daß das Ei wirklich mit Oidien beimpft wird, ist insofern schwer zu führen, als das Nachschnitzen des Bohrkanals und das saubere Herauspräparieren des Eies mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden ist. Ein glücklicher Zufall brachte schließlich den Beweis, daß tatsächlich das Ei mit den Oidien beschickt wird.

Das mehrfach photographierte *Sirex augur*-♀ suchte am stehenden Holz, durch die Schwere seines trächtigen Abdomens dazu bewogen, ausschließlich die unteren Teile des Fichtenabschnittes auf. Es saß zu Beginn des Bohraktes parallel zur Achse der Fichtenrolle, den Kopf nach oben gerichtet, während es sich mit der Stachelscheide auf die Unterlage des Fichtenabschnittes stützte. Diese Stellung brachte es mit sich, daß, bei schrägem Einstich des Bohrers in das Holz, die Eiablage jedesmal gerade auf der Schnittfläche des Fichtenabschnittes erfolgte, wo die Eier zwischen den durch die Säge aufgefaserten Tracheïden mit Leichtigkeit zu finden und mit allem anhängenden Schleim zu entnehmen waren. Es konnte auf diese Weise festgestellt werden, daß bei einem einzigen Einstich 1 bis 4 Eier abgelegt wurden. Bei den mehr als ein Ei umfassenden Gelegen hafteten die Eier kettenförmig aneinander. Das erste Ei jedes

[1]) Die Länge der Einbohrzeit ist stark von der Beschaffenheit des Holzes abhängig.

Geleges war regelmäßig, und zwar vorwiegend an seinem distalen Pole mit einem Klumpen von Oidien behaftet (Abb. 11), die morphologisch durchaus den in den Intersegmentaltaschen aufzufindenden Oidien entsprachen und auch später in Kultur das gleiche Mycel lieferten wie diese. Bei den nachfolgenden Eiern konnten nur vereinzelte Oidien in dem den Eiern anhaftenden Schleim nachgewiesen werden.

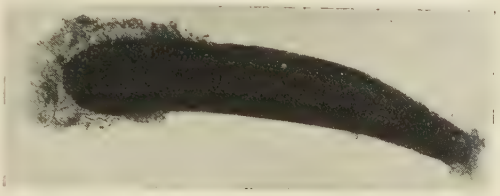


Abb. 11. Frisch abgelegtes Ei von *Sirex augur* mit anhaftendem oidienhaltigen Schleim.

Nachdem somit der fast überflüssige Beweis erbracht worden war, daß das Ei der Holzwespen bei der Eiablage mit den in den Intersegmentaltaschen befindlichen Pilzen beimpft wird, war die Frage der weiteren **Lokalisation und Entwicklung der Pilze** zu klären.

Die in den Pilztaschen gefundenen Oidien stellen nur einen Entwicklungszustand, einen gewissen Endzustand im Leben eines normalen Basidiomycetenmycels vor. Unter der Bezeichnung „Oidien" versteht der Mykologe kurze Hyphenstücke, in welche ein Mycel zerfallen kann, wenn es durch Trockenheit, durch Nahrungsmangel oder sonstige ungünstige Lebensumstände in seiner Entwicklung gehemmt wird. Diese Oidien, die meist nur aus einer einzigen Hyphenzelle bestehen, nehmen den Charakter von Dauerzellen an und können so eine geraume Zeitspanne schlechterer Lebensbedingungen überstehen. Wenn sich die Umweltsbedingungen wieder verbessern, keimen diese Oidien zu normalen Mycelien

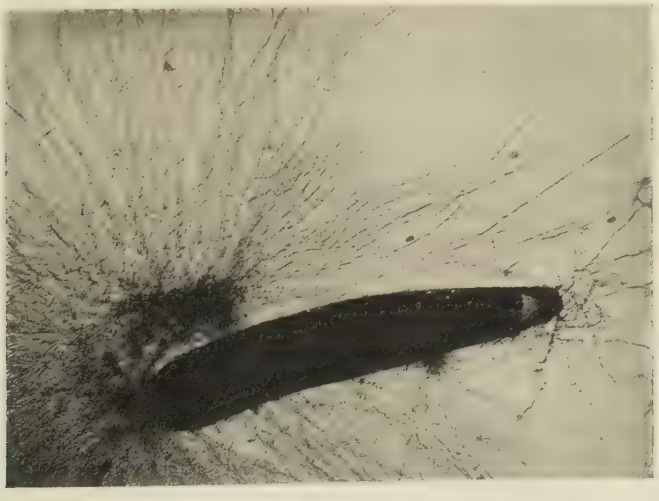


Abb. 12. Das gleiche Ei wie in Abb. 11 nach 24stündigem Aufenthalt in der feuchten Kammer. Die Oidien sind zu normalen Hyphen ausgekeimt.

aus. Die Fähigkeit zur Oidienbildung ist bei den Basidiomyceten weit verbreitet.

Es war nun also festzustellen, wo sich das normale Mycel der auf das Ei übertragenen Oidien entwickelt und wie schließlich die Füllung der Pilztaschen vor sich geht.

In reinem Leitungswasser keimten die den Eiern anhaftenden Oidien in der feuchten Kammer schon in kurzer Zeit aus (Abb. 12) und bildeten bereits nach 24 Stunden normale schnallenbildende Mycelien, die den Rand des Deckglases erreichten. Die einzige Nahrungsquelle bildete dabei der dem Ei anhaftende Schleim. Es war nun anzunehmen, daß sich das Mycel in ähnlicher Weise im Holze ausbreiten würde. Der Beweis dieser Annahme war erbracht, wenn nachgewiesen werden konnte, daß die auch von anderen Autoren beobachteten, das *Sirex*-Holz durchziehenden schnallentragenden Hyphen tatsächlich mit dem Pilz der Intersegmentaltaschen identisch sind. Dieser Nachweis gelang durch Kulturversuche, auf welche später noch genauer eingegangen werden soll.

Ob die Pilze auch sonst noch in irgendeiner Form direkt mit dem Körper der sich entwickelnden Larve in Verbindung stehen, mußte die Untersuchung der einzelnen Entwicklungsstadien der Holzwespenlarven ergeben.

Zu diesen Untersuchungen wurden verschiedene Methoden angewandt. Einmal wurden Schnittserien von fixiertem Material aller Stadien nach Färbung mit Hämalaun-Orange G untersucht, weiter wurde aber auch der Versuch gemacht, Mycelien aus den verschiedenen Darmabschnitten der Larven durch Kulturversuche zu gewinnen. Die Darmabschnitte wurden dabei unter möglichst sterilen Bedingungen entnommen, in Leitungswasser verrieben und davon Schüttelkulturen in geklärter, angesäuerter Malzgelatine angelegt.

Weder in besonderen Mycetomen — wie auch von vornherein nicht anzunehmen war — noch im Darmlumen konnten mit diesen Methoden lebende Mycelien schnallenbildender Pilze nachgewiesen werden, obwohl im Darmlumen häufig Mycelreste gefunden werden konnten.

Auch die mit den gleichen Methoden untersuchten Puppen erwiesen sich als pilzlich völlig steril, desgleichen die männlichen Imagines.

Es war somit noch die Frage der Füllung der Pilztaschen zu klären.

Diese schon von Buchner aufgeworfene Frage fand eine einfache Lösung, als eine große Sendung von Fichtenholz, das frischgeschlüpfte ♀♀ von *Paururus juvencus* enthielt (Material IV) zur Untersuchung kam.

Bei der Untersuchung der weiblichen Imagines in den verschiedensten Reifungszuständen zeigte es sich, daß bei den frisch aus der Puppenhaut geschlüpften, nur wenig erhärteten Holzwespen nur eben einige wenige normale Mycelfäden schnallenbildender Pilze in den Intersegmentaltaschen zu finden waren. Ältere aber noch nicht aus dem Futterholz ausgeschlüpfte

Holzwespen beherbergten in ihren Pilztaschen große Mycelknäuel (Abb. 13), die noch einen völlig normalen Habitus mit kontinuierlichen Hyphen und wuchsfreudigen Mycelspitzen aufwiesen. Bei denjenigen Tieren, die kurz vor ihrem Ausfliegen standen, war das Mycel bereits in einzelne Hyphenteile zerfallen (Abb. 14), es fanden sich jedoch auch noch längere zusammenhängende Zellketten vor. Erst in den Intersegmentaltaschen der bereits ausgeschlüpften, schon zur Eiablage schreitenden Wespen waren die bekannten, kurzen, gedrungenen Oidien zu finden.

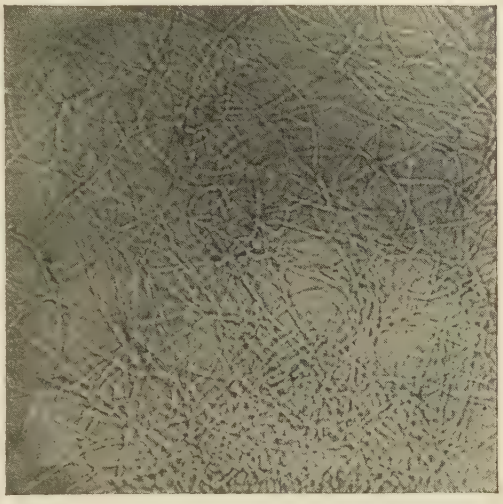


Abb. 13. Normales Mycel aus den Intersegmentaltaschen eines der Puppenwiege entnommenen ♀ von *Paururus juvencus*.

Es ist somit die Annahme berechtigt, daß der Pilz kurz nach der Häutung der Imagines in die Intersegmentaltaschen der ♀♀ von außen, also von den Wänden der Puppenwiege her, einwuchert,[1]) auf dem in den Taschen sich ansammelnden Sekret der Kolbendrüsen ein günstiges Nährsubstrat findet und nach Erschöpfung dieses Substrates, also nach verschlechterten Lebensbedingungen, zur Bildung von Oidien schreitet.

Abb. 14. Junge Oidien aus den Intersegmentaltaschen eines älteren, jedoch noch nicht aus dem Holz ausgeflogenen ♀ von *Paururus juvencus*.

Wenn diese Annahme richtig ist, so mußte **die Züchtung pilzfreier Holzwespen** mit Leichtigkeit gelingen, wenn Puppen unter sterilen Bedingungen zum Schlüpfen gebracht werden konnten. Dieser Versuch, der voraussetzt, daß dazu völlig gesunde, unbeschädigte Puppen, die kurz vor dem Schlüpfen stehen, verwendet werden, ist auf größerer Basis schwer

[1]) Die Verhältnisse liegen hier so ähnlich wie beispielsweise bei *Hylecoetus dermestoides*, bei welchem die Füllung der Pilztaschen gleichfalls von den Wänden der Puppenwiege

durchführbar, da Puppen, die diesen Anforderungen entsprechen, selten zu erhalten sind. Aus diesem Grunde konnte der Versuch nur an einer einzigen *Sirex gigas*-Puppe, die zufällig in unsere Hände kam, ausgeführt werden. Die fast reife Puppe wurde in einem beidseitig mit Watte verstopften Glasröhrchen zum Schlüpfen gebracht. Die daraus schlüpfende Wespe — deren Flügel allerdings verstümmelt blieben — war pilzfrei, als sie nach ihrem Verenden untersucht wurde. Obwohl dieser Versuch nur an einer einzigen Puppe durchgeführt wurde, ist er doch insofern erwähnenswert, als sämtliche normal aus dem Holz schlüpfenden Geschwister dieser Wespe (Material X) oidiengefüllt Pilztaschen aufwiesen. Von einer Weiterzüchtung der pilzfrei gemachten Holzwespe wurde abgesehen, da es kaum möglich sein dürfte, das Nahrungsholz bei der langen Dauer der Larvenentwicklung nadelholzbewohnender Holzwespen pilzfrei zu halten.

Um den Sinn des offenbar engen Zusammenlebens zwischen Holswespen und Pilzen näher zu ergründen war es notwendig, die Eigenschaften der symbiontischen Pilze zu prüfen. Zu diesem Zwecke war eine **Züchtung der Sirexpilze** in Reinkultur notwendig. Es wurden daher die begleitenden Pilze aus dem Futterholz isoliert und auch die in den Intersegmentaltaschen der ♀♀ befindlichen Oidien in Kultur genommen.

Als Substrat bewährte sich am besten eine geklärte Malzgelatine, der zur Vermeidung von Bakterienwachstum 0,5% kristallisierte Zitronensäure zugesetzt worden war. Später wurden die Pilze dann in Brotkolben weitergezüchtet.

Die Züchtung der Basidiomyceten aus dem Futterholz stieß anfangs auf erhebliche Schwierigkeiten, da regelmäßig von den mit Nagespänen vollgestopften Larvengängen aus, die offenbar für viele Pilze ein willkommenes Nährsubstrat darstellen, schnellwüchsige Schimmelpilze weit in das Holz hineinwuchsen, die aus kleinen Holzspänen der Larvengangumgebung angelegten Kulturen verunreinigten und das Wachstum der schnallenbildenden Pilze unterdrückten. Die Kultur der Basidiomyceten glückte erst, als die Impfspäne der weiteren Umgebung der Larvengänge entnommen wurden. Von den auf das Gelatinesubstrat ausgelegten Holzstückchen ausstrahlend entwickelte sich innerhalb weniger Tage ein charakteristisches Mycel, das schon im Jugendstadium an den reichlich gebildeten Schnallen als Basidiomycetenmycel zu erkennen war.

Die Züchtung der Pilze aus den Intersegmentaltaschen der weiblichen Holzwespen erwies sich als ungleich einfacher. Es gelingt ohne weiteres, mit einer feinen aber stumpfen Nadel ohne Beschädigung des Tieres die Oidien den Pilztaschen zu entnehmen. Wenn die Oidien auf diese Weise von chloroformierten lebenden Tieren entnommen wurden,

---

aus geschieht. Meine Befunde stehen demnach im Gegensatz zu denen von Cartwright: solange die Puppenhaut nicht abgestreift war, konnte ich keine Pilze in den Intersegmentaltaschen auffinden.

keimten sie hundertprozentig zu normalen Mycelien aus (Abb. 15). Nach dem Tode des Holzwespe gehen die Oidien in den Pilztaschen sehr bald zugrunde, was mit einem Reaktionswechsel des Schleimsekretes zusammenhängen könnte — beim lebenden Tier reagiert das Sekret sauer, beim toten alkalisch — oder auch mit postmortal einsetzendem Bakterienwachstum, mit der Bildung von Eiweißgiften oder mit allen genannten Erscheinungen gleichzeitig. Jedenfalls nimmt das Keimprozent der Oidien sofort nach dem Tode der Wespe, ja schon bei stark geschwächten Tieren, die nur noch kurze Zeit zu leben haben, sehr schnell ab.

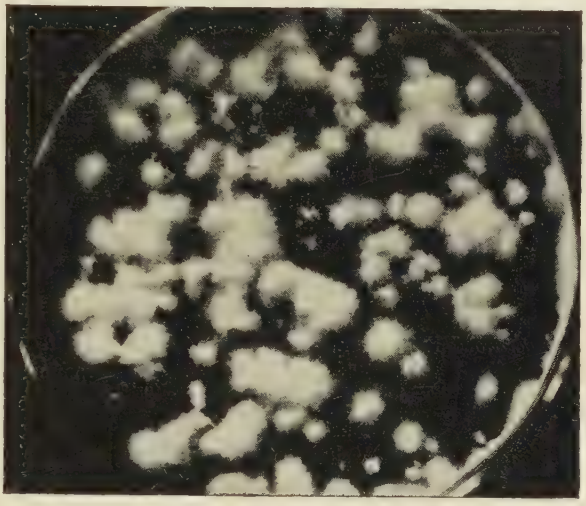


Abb. 15. Schüttelkultur des Inhalts der Intersegmentaltaschen von *Tremex fuscicornis* aus Pappel (Material XI).

Schüttelkulturen des oidienhaltigen Schleimes der Intersegmentaltaschen ergaben oft völlig saubere Reinkulturen der schnallenbildenden Pilze, die frei von irgendwelchen pilzlichen Beimischungen anderer Art waren. Beim Vergleich der aus den Intersegmentaltaschen und aus dem Futterholz gezüchteten Pilze ergab es sich, daß diese jeweils identisch waren.

Die **Bestimmung der Pilze** stieß auf große Schwierigkeiten insofern, als sie in der Kultur im allgemeinen keine Fruchtkörper bildeten. Die in der Kultur entwickelten Eigenschaften der Pilze — Wuchsgeschwindigkeit, Farbe und Geruch des Mycels, das mikroskopische Bild der Hyphen, alles Merkmale, die mitunter sehr charakteristisch sind — geben jedoch Anhaltspunkte zur vergleichenden Bestimmung mit bekannten Pilzkulturen und zur Vergleichung untereinander. Tabelle II gibt eine Zusammenfassung der auffälligsten Eigenschaften einiger *Sirex*-Pilze in Kultur. Die Pilze wurden unter den gleichen Umweltsbedingungen in Erlenmeyer-Brotkolben gezüchtet. Die Wuchsgeschwindigkeit des Mycels wurde auf die Weise festgestellt, daß auf der Rückseite großer, mit geklärter Gelatinenährlösung beschickter Petrischalen der tägliche periphere Zuwachs der in die Schalen geimpften Mycelien mit Tusche markiert wurde. Der durchschnittliche tägliche Zuwachs bei Zimmertemperatur ließ sich mit dieser Methode leicht errechnen.

Sämtliche aus den Pilztaschen der Holzwespen isolierte Pilze ähnelten in ihrem Habitus und in ihrem Verhalten in Kultur außerordentlich holz-

Tabelle II.

Material	Farbe des Mycels	Tägliches Wachstum mm	Geruch des Mycels	Beschaffenheit des Luftmycels	Substratverfärbend	Neigung zu Oidienbildung
P. juvencus, III	grau, dann bräunlich	5,2	dumpf, schwammig	dicht, wollig	stark	schwach
P. juvencus, V	hellgrau, dann dunkelbraun	4,6	frisch, schwammig	kurz, spärlich	stark	schwach
P. juvencus, VI	hellgrau, dann bräunlich	2,1	schwammig	kurz, wollig	stark	schwach
P. juvencus, VII	glänzend weiß, dann bräunlich	4,5	fenchelartig	wollig	?	schwach
P. noctilio, VIII	grau, dann bräunlich	4,3	dumpf, schwammig	kurz, wollig	stark	stark
S. gigas, IX	weiß, dann hellbraun	4,6	frisch, schwammig	kurz, wollig	?	schwach
S. gigas, IX	weiß, später gelb	4,6	schwammig	kurz, samtig	nein	nein
S. augur (Leipzig), Fi	hellgrau, dann gelblichgrau	4,2	schwammig	wollig-flockig	schwach	nein
S. augur (Tharandt), Fi?	hellgrau, später gelblichgrau	4,3	schwammig	wollig-flockig	nein	nein
T. fuscicornis, XI	glänzend weiß, dann dunkelbraun	5,4	morchelartig	watteartig, sehr reich	nein	nein
T. fuscicornis, VII	weiß, später hellbräunlich	3,5	vanilleähnlich	dicht, kurz	nein	nein

zerstörenden Hymenomyceten, mitunter schien, dem mikroskopischen Bilde nach zu urteilen, ein Pilzgemisch vorzuliegen. Von Einzellkulturen wurde abgesehen, da es wichtiger war, die Eigenschaften der Pilztaschenflora in ihrer Gesamtheit zu untersuchen.

Wie schon aus der Tabelle hervorgeht, sind die einzelnen Holzwespenarten durchaus nicht immer mit der gleichen Pilzart vergesellschaftet, obwohl bei den einzelnen Arten eine bestimmte Pilzart vorzuherrschen scheint. Es ist also nicht angängig, von „dem“ *Sirex*-Pilz oder „dem“ *Paururus juvencus*-Pilz schlechthin zu sprechen. Völlig abseitig sind die begleitenden Pilze des Materials VII (*Paururus juvencus* aus Tanne) und des Materials XII (*Tremex fuscicornis* aus Nußbaum). Ersterer wurde in Übereinstimmung aus den Pilztaschen von zwölf aus Tannenholz geschlüpften ♀♀ gezüchtet, letzterer durchwucherte in einem Nußbaum ausschließlich das Fraßbild der *Tremex*-Gelege, während die übrigen Abschnitte des Baumes von anderen Pilzen (*Polystictes versicolor, Collybia velutipes, Pleurotus ostreatus*) befallen waren. Der *Tremex*-Pilz konnte sowohl aus Mycelflöckchen in den Larvengängen als auch aus dem

angrenzenden Holze gezüchtet werden, leider schlüpften aus dem restlichen Material nur ♂♂, so daß der Pilz nicht auch aus dem Inhalt der Intersegmentaltaschen gezüchtet werden konnte und somit der letzte Beweis, daß es sich hier tatsächlich um den begleitenden Pilz handelt, noch aussteht; die Wahrscheinlichkeit, daß dieser Pilz in diesem Falle mit *Tremex* vergesellschaftet war, ist allerdings sehr groß.

Der sirexbegleitende Pilz aus Tanne wurde mir nach dem Geruch und dem Vergleich mit einwandfrei bestimmten Stammkulturen von Herrn Professor Münch als wahrscheinlich zu *Trametes odorata* gehörig bestimmt. Der genannte fragliche *Tremex*-Pilz aus Nußbaum bildete als einziger der Versuchsreihe Fruchtkörper, und zwar an beimpften Pappelknüppeln, die im feuchten Gewächshaus aufbewahrt worden waren; die übrigen *Sirex*-Pilze ließen sich durch diese Methode nicht zur Fruchtkörperbildung anregen. Die gezüchteten Fruchtkörper wurden mir von Herrn Professor Killermann als zu *Polyporus imberbis* gehörig bestimmt. Eine Rückisolierung des Pilzes aus den Fruchtkörpern ergab wieder das charakteristische, vanilleartig duftende Mycel der Ausgangskultur.

Leider gelang die Identifizierung der übrigen Pilze nicht, obwohl mir zur vergleichsweisen Bestimmung die schöne, von Herrn Professor Münch aus Fruchtkörpern angelegte Sammlung holzzerstörender Hymenomyceten des Tharandter Botanischen Institutes zur Verfügung stand und obwohl ich meine Kulturen mit der Bitte um Bestimmung an Herrn Prof. Liese in Eberswalde schickte, der gleichfalls eine umfangreiche Sammlung holzzerstörender Hymenomyceten besitzt. Herr Professor Liese teilte mir nur mit, daß diese Pilze keinesfalls zu den bekannteren holzzerstörenden Hymenomyceten gehören und daß mitunter dem mikroskopischen Bilde zufolge ein Pilzgemisch vorzuliegen scheint.[1])

Die Erkenntnis, daß es sich bei den Holzwespenpilzen um holzzerstörende Hymenomyceten handele, führte zu einer genaueren **Untersuchung des Sirexholzes**. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen waren dabei bei *Xeris*, bei *Sirex* und *Paururus* sowie bei *Tremex* durchaus verschieden.

In dem von *Xeris spectrum* befallenen Kiefernholz (Material I) waren unbedingt Blaufäulepilze, und zwar verwiegend *Ceratostomella pini* Münch vorherrschend. Aus dem Genagsel der Larvengänge konnten verschiedene unbestimmt gebliebene Schimmelpilze und Hefen isoliert werden. Das von der gleichen Art befallene Fichtenholz (II) war ebenfalls leicht verblaut, doch konnten neben Blaufäulemycelien auch schnallenbildende Hyphen im Holz gefunden werden, ohne daß jedoch, wie erwähnt, die untersuchten ♀♀ irgendwie mit Pilzen vergesellschaftet gewesen wären. Beide Hölzer waren zwar durch die ins Auge fallende Holzverfärbung

[1]) Cartwright bestimmte einen von ihm aus *Sirex gigas* gezüchteten Pilz als *Stereum sanguinolentum*, einen *Sirex cyaneus*-Pilz als mit dieser Pilzart verwandt aber nicht identisch.

als nicht gesund zu erkennen, zeigten aber keine Zersetzungserscheinungen und keine ersichtlichen Veränderungen ihres Verhaltens bei Bruch und Spaltung.

Von *Sirex* und *Paururus* findet sich in der Literatur häufig die Angabe, daß die Larven in „gesundem Holz“ minieren. Das ist zweifellos nicht richtig. Der Grad der Zersetzung des Futterholzes ist allerdings sehr verschieden. Es läßt sich im allgemeinen feststellen, daß trocken gelegenes Holz kaum merkliche Zeichen von Zersetzung aufweist, während feuchter gelagertes Holz sehr deutliche Spuren beginnender Fäulnis zeigt; den Zustand dieses Holzes würde der Fachmann als „wandelbar“ bezeichnen. Diese Wandelbarkeit ist weniger an einer Verfärbung des Holzes zu erkennen, als daran, daß das Holz nicht wie gesundes beim Bruch splittert, sondern spröde gerade Bruchstellen ergibt und sich ungleichmäßig spaltet. Gelegentlich auftretende Verfärbungen gehen meist von den Larvengängen aus und sind allerhand Hyphomyceten, die von dort eine kürzere oder längere Strecke weit in das Holz einwuchern, zuzuschreiben. Die Entwicklung der begleitenden Hymenomyceten ist in den verschieden feucht gelagerten Hölzern sehr verschieden stark. Bei feuchtem Holz (z. B. Material III und V) ist nicht nur das Holz in der Nähe des Fraßbildes verhältnismäßig reichlich mit gesunden, lebenden Hyphen durchsetzt, sondern der Pilz durchzieht das Holz in weitem Umkreise und kann unter der abgehobenen Rinde ein dickes, weißes bis bräunliches Stroma bilden. In trocken aufbewahrtem Holz kommt es bei den spärlichen, das Fraßbild durchziehenden Hyphen zu Oidienbildung in den Tracheïden. Auch das Genagsel in den Bohrgängen der Larven wird nachträglich wieder von den schnallenbildenden Hyphen durchzogen, in älteren Gängen herrschen allerdings die nichtschnallenbildenden Mycelien vor. Irgendwelche sichtbare Anzeichen der Zersetzung ließen sich auf Microtomschnitten durch *Sirex*- und *Paururus*-Holz nicht feststellen.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei *Tremex fuscicornis*. Hier zeigte das Holz von Material XI und XII deutlich sichtbare Zeichen bereits weit fortgeschrittener Fäule. Das Pappelholz (XI) war auffallend leicht und ließ alle Merkmale einer typischen Weißfäule erkennen. Auch das Nußbaumholz (XII) war stark zerstört. Hier fanden sich in dem im allgemeinen morschen Holz verstreut einzelne Nester stärkerer Zersetzung, die sich durch ihre rein weiße Farbe gegen ihre Umgebung abhoben (s. Abb. 18), wie es bei dem bekannten „Rebhuhnholz“ der Fall ist. Auch bei trockener Lagerung schreitet die Fäule noch eine Zeitlang weiter fort, da die Pilze viel Feuchtigkeit veratmen. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, daß das Holz außerordentlich reich mit schnallenbildenden Pilzhyphen durchsetzt ist, die stellenweise dichte Knäuel in den Gefäßen bilden. In beiden Materialproben war das Holz bereits sichtbar verändert. Das Pappelholz hatte zwar noch anscheinend intakte Zellen, die Wände zwischen den weitlumigen Gefäßen zeigten aber bereits eine größere

Neigung zum Zerreißen als es bei normalem Pappelholz der Fall ist. Bei dem untersuchten Nußbaumholz waren besonders die Gefäße an den weißen Zersetzungsnestern stark zerstört, die Zellwände waren äußerst zerbrechlich und zerfielen leicht. Deutlicher wurden die Veränderungen des Holzes durch die Einwirkung der Pilze, wenn die Schnitte mit Phloroglucin-Salzsäure und mit Chlorzinkjod behandelt wurden. Die Phloroglucin-Reaktion versagte bei dem Pappelmaterial in denjenigen Gefäßwandschichten, die das Zellumen umschließen: Eine ziemlich breite Zone, etwa $^1/_4$ des gesamten Zellwanddurchmessers blieb ungefärbt, ein Zeichen dafür, daß in dieser Zone, vom Zellumen ausgehend, die Ligninkrusten des Holzes zerstört oder zum mindesten stark verändert worden waren. Der Versuch, in diesem Zellwandabschnitt mit der Chlorzinkjod-Reaktion Zellulose nachzuweisen, schlug fehl, es war also anzunehmen, daß auch die Zellulose verändert war. Bei Mikrotom-Schnitten durch das Nußbaumholz versagte die Phloroglucin-Salzsäureaktion an den weißgewordenen Holzstellen völlig. Die Zellwände dieser Stellen ergaben bei frisch verpilztem Holz eine schwache, aber deutliche Chlorzinkjodreaktion, die jedoch bei älterem, stärker zerstörtem Holz unterblieb. Der Pilz, welcher im Bereich der *Tremex*-Fraßbilder das Nußbaumholz zerstört hatte, hatte demnach das Holz nestweise angegriffen, hatte hier zunächst das Lignin zerstört und hatte dann auch die Zellulose und die übrigen Bestandteile des Holzes angegriffen.

Um die holzzerstörenden Eigenschaften der *Sirex*-Pilze auch zahlenmäßig zu erfassen, waren **Versuche über die holzzerstörenden Wirkungen der Pilze** im Laboratorium notwendig.[1]) Es wurden zu diesen Versuchen ausschließlich Pilze benutzt, welche aus den Intersegmentaltaschen der ♀♀ gezüchtet worden waren, ohne Rücksicht darauf, ob es sich dabei um eine Reinkultur oder um ein Pilzgemisch handelte.

Die Pilze wurden nach der von Liese, Nowak, Peters und Rabanus in der Mycologie eingeführten und zur Prüfung von Imprägniermethoden allgemein anerkannten Klötzchenmethode geprüft. Die Methode sei hier kurz beschrieben: Eine einen Bierfilz enthaltende sterilisierte Kolleschale wird mit 8prozentiger Malznährlösung beschickt und mit einem Flöckchen des zu prüfenden Pilzes in der Mitte des Filzes beimpft (Abb. 16). Holzklötzchen von 5—10 g Gewicht werden bis zur Gewichtskonstanz im Trockenschrank bei 110° getrocknet, gewogen und, wenn der Bierfilz von dem Pilz völlig überwachsen ist, kurz abgeflammt und auf das Mycel gelegt. Die Myceldecke, die von den *Sirex*-Pilzen auf dem Bierfilz gebildet wird, ist meist so dick und dicht, daß sich die Zwischenschaltung eines Glasbänkchens, wie sie in der letzten Fassung der Methode angegeben wird, erübrigt. Von der verpilzten Unter-

[1]) Die mykologischen Versuche konnten im Botanischen Institut der Forstlichen Hochschule Tharandt unter Anleitung von Professor Dr. E. Münch, später unter fördernder Beratung durch a. o. Professor Dr. Bavendamm, ausgeführt werden.

lage aus überwächst der Pilz sehr rasch die Holzstückchen (Abb. 17) und dringt in sie ein. Nach einem bestimmten Zeitabschnitt werden die Hölzchen den Kolleschalen entnommen, von den anhaftenden Mycelteilen befreit, wiederum ge-

Abb. 16. Kolleschale mit Mycel des Pilzes von *Tremex fuscicornis* aus Pappel. ca. 1/4 verkl.

Abb. 17. Kolleschale mit *Tremex*-Pilz wie Abb. 16 und Pappelholzklötzchen. Der Pilz überwächst das Klötzchen. ca. 1/2 verkl.

trocknet und gewogen. Das Ergebnis dieser Versuche mit einigen *Sirex*-Pilzen ist in den Tabellen III—V zusammengestellt. Die Kulturen wurden sämtlich bei Zimmertemperatur gehalten.

Tabelle III.

Gewichtsverlust von Pappelholzklötzchen nach dreimonatiger Einwirkung eines *Tremex*-Pilzes.

Herkunft des Pilzes	Trockengewicht der Klötzchen bei Beginn des Versuches in g	Trockengewicht der Klötzchen am Ende des Versuches in g	Gewichtsabnahme in g	Gewichtsabnahme in % des Ausgangsgewichtes
Pilz aus *T. fuscicornis* Material II (s. Tabelle II)	5,265	4,067	1,198	22,8
	6,154	5,282	0,872	14,2
	5,762	4,550	1,212	20,0
	6,132	5,038	1,094	17,8
	5,876	4,535	1,341	22,9
	5,551	4,477	1,134	20,6
Polyporus adustus Madison (Bavendamm)	5,848	4,784	1,064	18,2
	5,903	4,910	0,993	16,8

Aus obiger Tabelle geht hervor, daß die Gewichtsabnahme bei Pappelholzklötzchen durch dreimonatige Einwirkung des genannten *Tremex*-Pilzes durchschnittlich 19,7 % des Ausgangsgewichtes beträgt. Zum Vergleich wurde eine mir von Herrn Professor Bavendamm, Tharandt, zur Verfügung gestellte Kultur des bekannten *Polyporus adustus*, welche äußerlich eine gewisse Ähnlichkeit mit dem *Tremex*-Pilz aufwies, ohne daß jedoch die beiden Pilze etwa identisch wären, geprüft. Wie aus der Tabelle ersichtlich, ist die holzzerstörende Wirkung der beiden Pilze bezüglich der Gewichtsabnahme verpilzter Klötzchen etwa gleich.

Der Gewichtsverlust der Klötzchen durch Einwirkung der *Sirex*- und *Paururus*-Pilze ist, um unnötige Längen zu vermeiden, in der nächsten Tabelle gedrängter dargestellt. Die Durchschnittszahlen beziehen sich auf zwei verschiedene Einzelversuche, deren Ergebnisse jedoch nicht nennenswert voneinander abweichen.

Tabelle IV.

Durchschnittliche Gewichtsabnahme von Nadelholzklötzchen durch Einwirkung von *Sirex*-Pilzen bei dreimonatiger Versuchsdauer.

Holzwespenart	Gezüchtet aus	Gewichtsabnahme in %	
		Fichtensplintklötzchen	Kiefernsplintklötzchen
Paururus noctilio . .	Kiefer	4,3	4,2
Paururus juvencus .	Fichte	5,7	1,8
Sirex augur	(Fichte?)	13,5	2,0
Sirex augur	(Fichte)	11,1	3,7
Sirex gigas	?	3,2	3,1
Sirex gigas	Fichte	8,9	—

Zum Vergleich mit obigen Zahlen sei die Zerstörungsintensität zweier anderer, bekannter Holzpilze gegeben. Nach Liese (1928) beträgt der Gewichtsverlust von Kiefernsplintklötzchen nach viermonatiger Einwirkung von *Trametes pini* 2 %, von *Trametes radiciperda* 4,5—7,6 %. In gleicher Größenordnung bewegen sich die bei *Sirex* und *Paururus* gefundenen Zahlen. Die Gewichtsabnahme zeigt sich noch deutlicher, wenn die Versuchsdauer verlängert wird, wie aus Tabelle V ersichtlich.

Die Gewichtsabnahme der Versuchshölzer ist demnach bei längerer Einwirkung der Pilze ziemlich beträchtlich; sie ist im Grunde genommen noch etwas zu gering angegeben, da die im Holze befindlichen Mycelteile mitgewogen werden müssen. Der Fehler ist allerdings so klein, daß er bedeutungslos ist. Auffallend ist, daß die von mir gezüchteten Pilze der nadelholzbewohnenden Siriciden alle Fichtenholz stärker angreifen als Kiefernholz.

Tabelle V.

Gewichtsabnahme von Holzklötzchen durch die Einwirkung von *Sirex*-Pilzen bei 5 monatiger Versuchsdauer.

Holzwespenart	Gezüchtet aus	Gewichtsabnahme in %		
		Fichtensplint-klötzchen	Kiefern-splint-klötzchen	Pappel-klötzchen
Paururus noctilo . .	Kiefer	15,0	7,7	—
Paururus juvencus . .	Fichte	12,4	5,0	—
Sirex gigas	(Fichte?)	11,7	5,5	—
Tremex fuscicornis . .	Pappel	—	—	48,4

Die Holzklötzchen, deren Gewichtsabnahme durch die Einwirkung der Holzwespenpilze genau bekannt war, wurden das Ausgangsmaterial für die **chemische Untersuchung des durch *Sirex*-Pilze angegriffenen Holzes,** die das Ziel hatte, festzustellen, welche Bestandteile des Holzes von den Pilzen zersetzt werden, gewählt.[1]) Aus technischen Gründen wurde ausschließlich der Lignin- und der Zellulosegehalt bestimmt, und zwar von gesunden und verpilzten Klötzchen. Es war dann sehr einfach, die für das verpilzte Holz gefundenen Werte auf das ursprüngliche Gewicht der noch unverpilzten Klötzchen umzurechnen. Dabei wurde darauf geachtet, daß die gesunden Vergleichsklötzchen demselben Baum und dem gleichen Stammabschnitt entstammten wie die für die Verpilzungsversuche verwendeten.

Zur Zellulosebestimmung wurde das Alkohol-Salpetersäureverfahren nach Kürschner angewandt, zur Bestimmung des Ligningehaltes die Schwefelsäuremethode nach König und Becker. Beide Methoden ergeben zwar keine absoluten Werte, sie liefern aber recht gleichmäßige Resultate, daher brauchbare Vergleichswerte. Eine Übersicht über einen Teil der Analysen geben die Tabellen VI—VIII.

Tabelle VI.

Analysen von gesunden und durch *Tremex*-Pilz von Material XI verpilzten Pappelklötzchen. (Gewichtsabnahme 21,6 % bei dreimonatiger Versuchsdauer.)

	Gesundes Holz	Verpilztes Holz		
			errechneter Wert bez. auf das Ausgangsgewicht	Abnahme
	%	%		%
Alkohol-Benzolextrakt	1,6	2,2	1,7	—
Zellulose	50,6	48,7	38,2	24,5
Lignin	25,7	24,5	19,2	25,3

[1]) Die Untersuchungen konnten im chemischen Institut der Forstlichen Hochschule Tharandt unter Anleitung von Herrn Dr. habil. W. Mühlsteph ausgeführt werden.

Eine Fehlerquelle bei der Analyse des verpilzten Holzes bildet das in den Gefäßen befindliche Pilzmycel, das sich nicht völlig ausschalten ließ. Seine Fettbestandteile wurden durch die Alkohol-Benzolextraktion entfernt, die zurückbleibenden Stoffe trüben die Resultate nicht wesentlich.

Wie aus der Tabelle ersichtlich, bewirkt der untersuchte *Tremex*-Pilz bei Pappelholzklötzchen in der Zeitspanne von drei Monaten einen Verlust von 24,5% ihres ursprünglichen Ligningehaltes. Der Gehalt an alkohol-benzollöslichen Stoffen im verpilzten Holz hat gegenüber gesundem nicht nennenswert zugenommen. Deutlicher noch wird der Abbau von Zellulose und Lignin, wenn stärker zerstörte Klötzchen analysiert werden, wie Tabelle VII zeigt.

Tabelle VII.

Analysen von Pappelholzklötzchen, die durch *Tremex*-Pilz, Material XI, verpilzt sind. (Gewichtsabnahme 48.4% bei fünfmonatiger Einwirkung.)

	%	Errechneter Wert bez. auf d. Ausgangsgewicht	Abnahme %
Zellulose	46,9	24,1	52,2
Lignin	23,9	12,3	51,1

Die Analysen haben demnach gezeigt, daß der *Tremex*-Pilz aus Material XI die Zellulose und das Lignin in Pappelholzklötzchen in etwa gleichem Maße abbaut.

Auch durch die *Paururus*- und *Sirex*-Pilze wird eine deutliche Abnahme des Zellulose- und Ligningehaltes der Versuchsklötzchen bewirkt.

Tabelle VIII.

Analysen von gesunden und durch *Paururus*- und *Sirex*-Pilze angegriffenen Fichtensplintholzklötzchen.

	Gewichtsabnahme der Klötzchen %	Zellulose			Lignin		
		%	reduzierter Wert	Abnahme %	%	reduzierter Wert	Abnahme %
Gesundes Holz . .	—	53	—	—	28,1	—	—
Paururus noctilio .	15	47,1	40,9	22,8	27,7	23,5	16,3
Paururus juvencus .	12,4	50,2	44	17	28	24,5	12,8
Sirex augur . . .	11,1	51,7	46	13,2	26,7	23,7	15,7
Sirex gigas . . .	11,7	59	52	1,9	26,7	23,6	16

Wie diese wenigen Untersuchungen schon zeigen, greifen auch die Pilze der nadelholzbewohnenden Holzwespen die Zellulose- und die Ligninbestandteile des Holzes an. Sehr wünschenswert wäre es, auch die Veränderungen der übrigen Substanzen des Holzes durch die Einwirkung der Pilze nachzuprüfen; leider war es mir bisher nicht möglich, einen Chemiker für

diese Arbeit zu interessieren. Mir selber kam es zunächst darauf an, nachzuweisen, wie sich die Zellulose und das Lignin des Holzes dem Angriff der Pilze gegenüber verhalten. Daß es W. Müller nicht gelang, die *Sirex*-Pilze auf Holz zu züchten, scheint an unzureichenden Kulturmethoden zu liegen. Seine Angabe, daß das Holz nur oberflächlich von den Pilzhyphen überzogen wird, deutet darauf hin, daß die Kulturen zu naß gehalten wurden. Bei Anwendung der Klötzchenmethode dagegen wird dem Holz nur gerade so viel Feuchtigkeit zugeführt, als die Pilzhyphen zu ihrem Wachstum benötigen.

Die Tatsache, daß neben Zellulose auch das Lignin des Holzes durch die Pilze abgebaut wird, ferner die Beobachtung, daß das Genagsel in den Larvengängen nachträglich wieder von den gleichen Pilzen durchwachsen werden kann, daß dieses Genagsel weiter noch andere Pilze beherbergt, deren Eigenschaften noch nicht näher untersucht wurden, machen es unmöglich, auf Grund von **Futterholz- und Fraßmehluntersuchungen** irgend etwas darüber auszusagen, welche Bestandteile des Holzes etwa nun im Darm der Holzwespenlarven verdaut werden. Das Wachstum der das Genagsel durchsetzenden Mikroben ganz auszuschalten gelingt selbst dann nicht, wenn das Holz trocken gelagert wird. Auch im lufttrocknen Holz ist das Fraßmehl in den Larvengängen von Pilzmycelien durchzogen und auch Bakterienkeime sind hier regelmäßig aufzufinden, so daß mit einer großen und unkontrollierbaren Fehlerquelle immer gerechnet werden muß. Eine weitere Schwierigkeit bei der chemischen Analyse des Genagsels bietet der außerordentliche Feinheitsgrad, zu dem die Holzspänchen in den Larvengängen verschrotet sind. Dieser führt besonders bei der Ligninbestimmung zu unsicheren Werten. Der Hauptgrund aber, weshalb eine vergleichende Untersuchung von Futterholz und Fraßmehl zu keinen verwertbaren Resultaten führen kann, ist die Tatsache, daß es keine konstanten Werte gibt, die eine Umrechnung der bei der Fraßmehlanalyse erhaltenen Zahlen auf die Ausgangsmasse ermöglichen, durch welche allein eine Vergleichung der erhaltenen Werte denkbar ist. Bisher wurde bei ähnlichen Untersuchungen seit Falck meist angenommen, daß eine Ligninverdauung im Darm der holzzerstörenden Insektenlarven unter keinen Umständen stattfindet. Der Ligningehalt wurde daher für das Futterholz und das daraus von den Larven hergestellte Fraßmehl als konstant angesehen, die gefundenen Werte wurden auf gleichen Ligningehalt umgerechnet und die so gewonnenen Zahlen verglichen. Wenn, wie es bei den Holzwespen der Fall ist, das Insekt mit ligninzerstörenden Pilzen vergesellschaftet ist, fällt diese Möglichkeit, die Futterholz- und Genagselanalyse auf den gleichen Nenner zu bringen, fort. Ebenso kann man den Alkohol-Benzolextrakt nicht als konstante Größe betrachten und auch der Aschengehalt muß als veränderlich angesehen werden. Gleichfalls fast unmöglich ist bei *Sirex* eine mengenmäßige Vergleichung von Futterholz und Genagsel, da es äußerst schwierig ist, festzustellen, wieviel

Fraßmehl eine bestimmte Gewichtsmenge Futterholz liefert. Auch die Bestimmung des spezifischen Gewichtes mit Hilfe der pyknometrischen Methode führte zu keinen greifbaren Resultaten. Das spezifische Gewicht von Futterholz und Fraßmehl schwankt in der zweiten Dezimale um den Wert 1,5. Die Schwankungen fallen durchaus in die Fehlergrenzen.

Unter diesen Gesichtspunkten ist es notwendig, die Futterholz- und Kotanalysen, die Wolfgang Müller bei *Sirex gigas* und *Sirex phantoma* vorgenommen hat, einer kritischen Besprechung zu unterziehen. Müller hat bei seiner Vergleichung den gleichen Ligningehalt bei Futterholz und Genagsel vorausgesetzt und die bei der Analyse gewonnenen Zahlen auf den gleichen Ligninwert umgerechnet. Wenn diese Voraussetzung durch die Erkenntnis, daß die Holzwespen mit Ligninzerstörern vergesellschaftet sind, die auch das Genagsel wieder durchsetzen können, hinfällig wird, so ist auch die Folgerung Müllers, daß im Darm der Sireciden eine Zelluloseverdauung stattfinden müsse, als Ergebnis dieser Analysen nicht haltbar.

Da keine Möglichkeit einer zahlenmäßigen Auswertung der Analysen besteht, und da die Fehlerquellen einer solchen Untersuchung ungeheuer groß sind, möchte ich von der Veröffentlichung meiner Analysen von Futterholz und Fraßmehl absehen. Es sei nur in bezug auf die Unterschiede von gesundem Holz gegenüber Sirexholz hier erwähnt, daß bei dem Futterholz von *Sirex gigas* und *Paururus juvencus* keine nennenswerten Unterschiede in der Zusammensetzung gegenüber gesundem Holz gefunden werden konnten. Die geringen Abweichungen fallen in die Fehlergrenzen und in die Amplitude individuell verschiedener Zusammensetzung verschiedener Hölzer der gleichen Art. Bei dem stark verpilzten, von *Tremex fuscicornis* befallenen Pappelholz dagegen konnte ein deutlicher Verlust an Zellulose und eine schwache Anreicherung von Lignin gegenüber gesundem Pappelholz festgestellt werden.

Da, wie dargelegt, eine Analyse von Futterholz und Genagsel der Holzwespen keinen Schluß darauf zuläßt, welche Betandteile des Holzes im Larvendarm verdaut werden, waren zur Lösung dieser Frage **Verdauungsversuche mit Larvendarmsaft** notwendig. Dabei wurde die schon von vielen anderen Autoren angewandte Methode, den aus den Larverdärmen gewonnenen Verdauungssaft auf verschiedene Testsubstanzen einwirken zu lassen, benutzt. Es standen mir zu diesen Versuchen Larven von *Paururus juvencus* und *Tremex fuscicornis* in beschränkter Zahl zur Verfügung. Der Darmsaft wurde den aufgeschnittenen Därmen der Larven mit einer feinen Pipette entnommen und mit einer Spur Thymol versetzt auf die zu untersuchenden Objekte gespritzt, die sodann bei Zimmertemperatur mehrere Tage lang in feuchter Kammer beobachtet wurden. Als Testobjekte wurden Zellwände von jungem Salat, Dattelendosperm sowie dünne Schnitte durch Fichten- und Pappelholz gewählt. Auch Schnitte von verpilztem Fichten- und Pappelholz wurden dem

Verdauungssaft der Larven ausgesetzt, da immerhin die Möglichkeit bestand, daß die Pilze das Holz seiner Inkrusten und anderer für Insekten unverdaulicher Stoffe entkleiden und es so den Verdauungssäften der Holzwespenlarven zugänglich machen könnten.

Das Ergebnis der Versuche war für *Paururus juvencus* und *Tremex fuscicornis* durchaus das gleiche: Salatzellwände (Zellulose) und Dattelendosperm, (Hemizellulose), wurden nicht angegriffen, bei gesundem Holz ließen sich keine Veränderungen feststellen und auch das völlig verpilzte Holz, dessen Zellwände bereits weitgehend zersetzt waren, wurde nicht im mindesten morphologisch verändert. Dagegen wurde das Mycel in den verpilzten Holzschnitten in auffallender Weise sehr rasch und restlos verdaut. Im Verlaufe von einer Stunde waren die Inhaltsstoffe der Hyphen verschwunden und überraschenderweise wurden im weiteren Verlauf der Versuche auch die Hyphenwände zersetzt, sie blieben jedoch als flockige Masse noch nachweisbar. Ähnlich scheinen die Verhältnisse bei *Xeris spectrum* zu liegen. Leider war das mir zur Verfügung stehende Larvenmaterial nicht ausreichend, eingehendere Versuche damit anzustellen.

Obwohl die Verdauungsversuche mit verhältnismäßig wenigem Material durchgeführt wurden, vermitteln sie doch den Eindruck, daß unsere Holzwespen die Holzsubstanz als solche nicht ausnutzen, sondern daß sie sich wie es auch von anderen holzzerstörenden Insekten bekannt ist, vorwiegend von den Inhaltsstoffen der Holzzellen ernähren, daß sie aber, falls ihnen in diesem Holze Pilzhyphen zur Verfügueg stehen, diese als Nahrungsquelle ausnutzen.

Die Ergebnisse der Versuche über die Eigenschaften der vergesellschafteten Pilze und die Eigenschaften des Darmsaftes der Holzwespen liefern zweifellos Anhaltspunkte zur **Beurteilung des Zusammenlebens von Holzwespen und Pilzen,** wenn auch noch keine eindeutige Lösung des Symbioseproblems möglich ist.

Die Pilze in den Intersegmentaltaschen der Holzwespen sind keine für Insekten pathogene Parasiten. Sie bewohnen schleimgefüllte Einbuchtungen der Oberhaut ihrer Wirte, ohne von dort aus auf die Körperzellen überzugreifen. Wie schon dargelegt, sterben die Oidien in den Pilztaschen mit dem Tode ihres Wirtes ab und Larven können sich in stark verpilztem Holz sehr wohl befinden. Die jungen Holzwespen, die mitunter völlig von schnallentragenden Pilzen überwuchert tot in ihren Puppenwiegen oder in ihrem Gang ins Freie aufzufinden sind, sind keinesfalls von diesen Pilzen getötet worden. Nach meinen Beobachtungen handelt es sich dabei wahrscheinlich um Holzwespen, die in einem besonders empfindlichen Entwicklungsstadium von einer plötzlichen Übernässung des Holzes überrascht worden sind und, da die Gänge der Holzwespen ein Sammelort überschüssigen Wassers sind, an Luftmangel zugrunde gegangen sind. Im Holz verpilzte Larven und Imagines sind

mitunter in Stubben anzutreffen, in die das Regenwasser leicht eindringen kann oder in anderen sehr feucht gelagerten Hölzern. Die toten Körper sind dabei vorwiegend oberflächlich von dem Mycel überzogen.[1])

Es scheint sich bei dem Zusammenleben von Holzwespen mit Pilzen nach meinen Beobachtungen um eine Erscheinung zu handeln, die für Wespe und Pilz biologisch-ökologische Bedeutung hat.

In bezug auf ihr Verhältnis zu Pilzen können die Holzwespen in drei Gruppen eingeteilt werden.

1. *Xeris* (mit der einzigen Art *X. spectrum*), bei welcher keine Bindung zwischen Wespe und Pilzen vorliegt,

2. die Arten der Gattungen *Sirex* und *Paururus*, die im Nadelholz leben, das im allgemeinen nur spärlich von schnallentragenden Pilzhyphen durchzogen ist,

3. *Tremex* (*T. fuscicornis*, vermutlich auch *T. magus*), die in stark verpilztem Laubholz leben.

Die Larven von *Xeris spectrum* scheinen sich nach Beobachtungen von Prell und Baer in frischerem, saftreicherem Holze zu entwickeln als die übrigen Holzwespenlarven, da *Xeris* aus verbautem Holz bisher noch nicht bekannt ist. Dafür spricht auch die Tatsache, daß *Xeris* mit *Ceratostomella pini*, die zu ihrer Entwicklung frisches, saftreiches Holz braucht, zusammen vorgefunden wurde. Die von den Larven zufällig gefressenen Mycelien der zufällig im Holze wuchernden Pilze werden zweifellos für die Ernährung der Larven ausgenutzt. Wahrscheinlich stehen den Larven in dem saftreicheren Holze mehr verdauliche Inhaltsstoffe zur Verfügung als in trocknerem.

Bei *Paururus* und *Sirex* scheint es zunächst sehr unwahrscheinlich, daß die wenigen, die befallenen Hölzer durchwachsenden Hyphen eine merkliche Erhöhung der verdaulichen Bestandteile des Holzes darstellen sollten. Buchner mutmaßt, wie schon eingangs erwähnt, daß hier die Symbiose in der Weise verwirklicht ist, daß die Larven sich die Enzyme der Pilze zur Holzverdauung nutzbar machen. Der Ausfall der Verdauungsversuche ergab nichts, was diese Buchnersche Hypothese stützen könnte. Um die Frage zu erklären, ob und wieweit Pilze bei der Ernährung der Arten der Gattungen *Sirex* und *Paururus* eine Rolle spielen, wären vergleichende Untersuchungen über die Entwicklung der *Sirex*larven in stärker oder schwächer verpilztem Holz notwendig. Diese Versuche sind insofern möglich, als sich das Wachstum der Pilze durch feuchtere oder trocknere Lagerung des Holzes beeinflussen läßt, sie sind aber sehr schwierig und nur mit Hilfe komplizierter Apparate ausführbar, da sich die Feuchtigkeit im Holze schwer regulieren und sich das Pilzwachstum schwer kontrollieren läßt. Es wären dazu Räume notwendig,

[1]) Nach meinen Beobachtungen kann ich die Ansicht Cartwrights, daß unter bestimmten Feuchtigkeitsbedingungen die *Sirex*-Pilze für Insekten unmittelbar pathogen wirken können, nicht teilen.

die eine konstante Feuchtigkeit und eine konstante Temperatur aufweisen. Eigene, mit einfachen Hilfsmitteln angestellte Versuche darüber, ob die ja sehr variabele Körpergröße und die offenbar ebenso variabele Entwicklungsdauer der Holzwespenlarven von der Entwicklung der begleitenden Pilze im Holze abhängig sind, haben bisher zu keinem Ergebnis geführt. Sichere Unterschiede in der Ganglänge von Larven, die in pilzreicherem und pilzärmerem Holze minieren, konnten nicht gefunden werden. Weitere Versuche in dieser Richtung wären sehr erwünscht und lohnend.

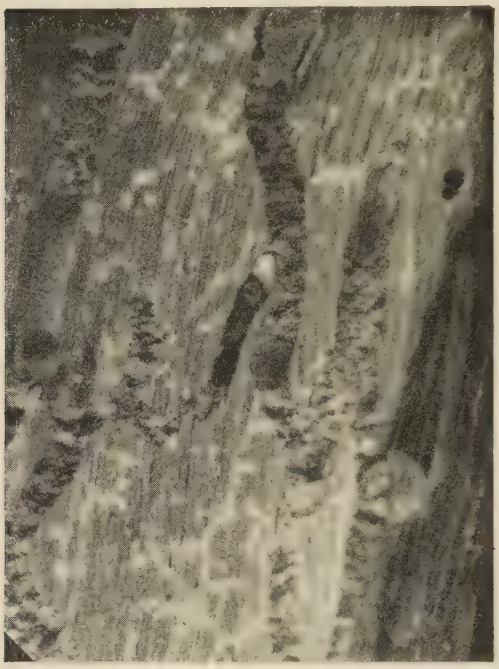


Abb. 18. Larve von *Tremex fuscicornis* in durch *Polyporus imberbis* verpilztem Nußbaumholz. $^2/_3$ nat. Größe. Aufgenommen im Februar.

Bei *Tremex* liegen die Verhältnisse klarer. Die Larve lebt hier in einem so stark verpilzten, mit Mycelteilen vollgestopftem Holz, daß der Pilz als Nahrungsfaktor doch offensichtlich stark ins Gewicht fällt. Obwohl *Tremex* wie alle übrigen Holzwespenlarven die Larvengänge nicht frei von Holzspänen hält, sondern sein Genagsel hinter sich fest in die Gänge preßt und diese ausfüllt, kann man fast von einer Art Ambrosiazucht sprechen, da Mycelteile der äußerst raschwüchsigen Pilze in die Larvenwiegen einwuchern können und dort von den Larven abgeweidet werden. Abb. 18 zeigt eine Larve von *Tremex fuscicornis* in Nußbaum. Am Kopfende der Larve liegt ein dichtes Mycelflöckchen, das zerpflückt und kultiviert, das typische Mycel des *Polyporus imberbis* ergab. Das Vorkommen von Mycelteilen in den Larvenwiegen ist allerdings nicht immer so deutlich zu erkennen; die Aufnahme wurde im Februar gemacht, also zu einer Zeit, wo fast alle Holzpilze stark wachsen — auch *Polyporus imberbis* fruktifiziert wie viele andere Holzpilze im Winter —, während die Lebenstätigkeit der Holzwespenlarven stark herabgesetzt ist. Die Annahme, daß Holzpilze bei der Ernährung der *Tremex*-Larven eine Rolle spielen, wird auch noch durch die Tatsache gestützt, daß die Länge der Larvengänge beispielsweise in verpilztem Pappelholz mit durchschnittlich 18 cm hinter der von *Paururus* und *Sirex*, von welchen Larvengänge von durchschnittlich 28—32 cm gemessen wurden, zurückstand, während die geschlüpften Tiere von etwa gleicher Größe waren. Die Larven von *Tremex fuscicornis* ent-

wickeln sich nach meinen Beobachtungen in einem bis zwei Jahren, während von den nadelholzbewohnenden Holzwespen eine Entwicklungszeit von bis zu neun Jahren angegeben wird. Alle diese Beobachtungen deuten darauf hin, daß den Larven von *Tremex* ein gehaltvolleres Futter zur Verfügung steht als den Larven von *Paururus* und *Sirex*, und zwar in so auffallender Weise, daß sich dieses Mehr an Nährstoffen nicht nur durch etwa verschiedenen Gehalt an verdaulichen Stoffen in Nadel- und Laubholz erklären läßt. Da auch von *Tremex magus* Angaben in der Literatur bestehen, nach denen die Larven in vermorschtem Holze leben und da die anatomischen Verhältnisse ähnlich liegen wie bei *Tremex fuscicornis* ist anzunehmen, daß auch diese Art als Pilzfresser zu bewerten ist.

Die Annahme, daß die Holzwespenlarven Pilzhyphen als Nahrungsquelle ausnutzen, würde auch das von Aß und Funtikow beschriebene Rückfressen der Larven von *Paururus juvencus* im eigenen Genagsel, das auch von mir mitunter bei *Paururus* und *Tremex* beobachtet werden konnte, erklären, ebenso das Querfressen durch das Genagsel älterer fremder Larvengänge, wie es bei *Tremex fuscicornis* häufig zu finden ist (vgl. Abb. 18). Die Larven verwerten dabei vermutlich das sich unter günstigen Feuchtigkeitsbedingungen in dem Genagsel entwickelnde Pilzmycel als eine leicht zu erreichende Nahrungsquelle. Nach meinen Beobachtungen bei *Paururus juvencus* scheint dieses Rückfressen im eigenen Genagsel häufiger in feuchtgelagertem Holz vorzukommen als in trockener aufbewahrtem (Versuche mit Material IV), doch sind diese Beobachtungen zu wenig umfangreich, als daß sie sichere Schlüsse auf Zusammenhänge zwischen feuchter Lagerung des Holzes und der Erscheinung des Rückfressens der Larven im eigenen Genagsel zulassen.

Ob bei der Lebensgemeinschaft zwischen Holzwespen und holzzerstörenden Pilzen auch gegenseitige Wasserversorgung eine gewisse Rolle spielt, läßt sich noch nicht beurteilen. Bei *Tremex*-Holz könnten die raschwüchsigen Pilze durch starke Wasserabscheidung auf die Feuchtigkeit des Substrates einen gewissen Einfluß haben, sie könnten den Larven neben fester Nahrung auch Wasser zukommen lassen. Bei *Paururus*- und *Sirex*-Material gewinnt man dagegen eher den Eindruck, als ob den Pilzen die Feuchtigkeit in der Umgebung der Larvenvorgänge von Vorteil wäre, denn auch in völlig lufttrockenem Holz, in dem das Wachstum der Pilze weitgehend unterbunden ist, findet die Einwucherung der Hyphen in die Schleimtaschen der Imagines mit Sicherheit statt.

Nach allem scheint jedenfalls kein Zweifel darüber vorzuliegen, daß wir es bei der Lebensgemeinschaft zwischen Holzwespen und Pilzen tatsächlich mit einer, allerdings in bezug auf die Pilzart sehr lockeren Symbiose zu tun haben, deren Auswirkung für das Insekt bei *Paururus* und *Sirex* noch nicht völlig geklärt ist, die jedoch bei *Tremex* deutlich als Ernährungssymbiose zu erkennen ist.

Die Entwicklung einer solchen Symbiose ist dadurch möglich, daß Holzwespen und holzzerstörende Pilze den gleichen Lebensraum besiedeln.

Die Holzzerstörer unter den Hymenomyceten sind im Grunde genommen niemals echte Baumparasiten, denn sie leben ausschließlich von totem Holzgewebe. Münch hat die pathogenen, oder vielmehr „nekrogenen" Hymenomyceten sehr treffend als „Perthophyten" bezeichnet. Die holzzerstörenden Hymenomyceten lassen sich nach ihrem biologischen Verhalten ganz grob in drei Gruppen einteilen. Einmal gibt es Pilze, die zu ihrer normalen Entwicklung lebendes Gewebe selber töten müssen, um es dann zu befallen. Sie werden von Münch als „obligate Perthophyten" bezeichnet. Weiter gibt es Hymenomyceten, die in tote Baumteile eindringen, hier ein kräftiges Mycel entwickeln, welches nun auch gesunde Baumteile zum Absterben bringen kann. Es sind dieses die „fakultativen Perthophyten", deren Wirksamkeit so vorzustellen ist, daß den Spitzen der im toten Holze wuchernden Hyphen gewisse von diesen abgeschiedene Stoffe vorausdiffundieren, welche gesunde Zellen töten können, wonach der Pilz auch diese Zellen befallen kann. Besonders rasch breiten sich diese Pilze in schon durch andere Ursachen irgendwie geschwächten Bäumen aus. In diese Gruppe dürfte die Mehrzahl der holzzerstörenden Hymenomyceten zu stellen sein. Endlich gibt es noch eine Reihe von holzzerstörenden Hymenomyceten, die ausschließlich totes Holz angreifen, also rein saprophytisch leben. Die Grenzen zwischen den einzelnen Gruppen lassen sich bei dieser groben Einteilung nicht immer deutlich ziehen.

Holzwespen befallen im allgemeinen kein gesundes Holz, sondern irgendwie geschwächte, bereits absterbende Bäume oder Baumteile. Sie legen ihre Eier in austrocknende Schälstellen, in absterbende Äste, in windgebrochene oder windgeworfene Stämme, in Bäume, deren Rinde durch Bodenfeuer beschädigt wurde, die durch irgendwelche Wurzelpilze geschwächt worden sind oder in Stämme, die durch irgendwelche anderen Ursachen absterben. Das Holz, das von den Holzwespen zur Eiablage aufgesucht wird, befindet sich in einem Zustand, in dem es auch zum Befall durch holzzerstörende Hymenomyceten, insonderheit zu den Pilzen, die zu den „fakultativen Perthophyten" gehören, neigt. Auch der genannte *Trametes odorata* gehört zu denjenigen Pilzen, die an den Stellen, wo der tote Holzkörper zutage tritt, also an Astbrüchen, Schälstellen usw. in den Baum eindringt und von dort aus den Baum töten kann. Es ist nicht ausgeschlossen, daß auch die übrigen, die Holzwespen begleitenden Pilze in die gleiche Gruppe der holzzerstörenden Pilze einzureihen sind. Infektionsversuche mit *Sirex*-Pilzen am stehenden, irgendwie geschwächten Stamm sind bisher noch nicht gemacht worden, wären aber sehr erwünscht. Jedenfalls ist es denkbar, daß Pilze, die den gleichen Lebensraum besiedeln wie holzzerstörende Insekten, sich mit diesen Insekten vergesellschaften können, wenn ihnen Gelegenheit dazu geboten wird.

Diese Gelegenheit finden die holzzerstörenden Pilze bei den weiblichen Imagines der Holzwespen in den schleimgefüllten Intersegmentaltaschen, deren Deutung als „spezifische, in der Symbiose entstandene Organe", wie Müller sehr richtig bemerkt, durchaus nicht zwingend ist. Die **mutmaßliche biologische Bedeutung dieser Schleimtaschen** für das Insekt soll zunächst kurz besprochen werden.

Wenn man die Verhältnisse bei *Xeris spectrum* als die ursprünglichen ansehen will, so wären die Intersegmentalorgane nicht als typische Symbioseorgane angelegt, sondern sie hätten ursprünglich andere Aufgaben zu erfüllen gehabt. Am meisten Wahrscheinlichkeit hat die Annahme, daß die Kolbendrüsen als „Schmierdrüsen" zu bewerten sind, die ein Sekret liefern, das die beim Bohrakt entstehenden Reibungen zwischen dem 10. Sternit, dem Hypopygium und der Vorderseite der Stechborstenbasis verhindern soll, während die eingangs erwähnte unpaare große Drüse, deren enge Ausführöffnung sich oberhalb des „Gabelbeines" befindet, mehr das Schmiersekret für die Stachelteile liefert, welches vielleicht auch das Gleiten der Stachelteile im Holz erleichtert und das wahrscheinlich sogar direkt bei der Ablage des Eies beteiligt ist, als durch den Druck des Sekretes das Ei durch den Stachel hindurchgetrieben wird. Daß in dieser Weise Sekrete bei der Eiablage der Hymenopteren beteiligt sein könnten, mutmaßt auch schon Bischoff. Zweifellos ist der Druck, den das Sekret der unpaaren Schleimdrüse ausüben kann, erheblich, da es aus einer Drüsenblase mit sehr großer Oberfläche durch einen auffallend engen Ausführgang gepreßt wird. Beim Legeakt muß durch die seitlich stark zusammengedrückte Stellung der Abdomens (vgl. Abb. 9) ein ziemlich starker Druck auf die Drüse ausgeübt werden.

Wir sind nach dem Dargelegten berechtigt, die Intersegmentalorgane der weiblichen Holzwespen als Organe zu deuten, die ursprünglich als Schmierorgane für die basalen Stachelteile angelegt sind, sich aber als Symbioseorgane entwickelt haben. Diese Entwicklung war möglich, weil das von den Kolbendrüsen abgeschiedene Sekret gewissen Holzpilzen ein günstiges Nährsubstrat darstellt, und weil die Intersegmentaltaschen, die das Sekret aufnehmen, den Pilzen eine ungestörte Entwicklungsmöglichkeit bieten. Diese Intersegmentaltaschen sind bei *Paururus* und *Sirex* stärker ausgebildet als bei der pilzfreien *Xeris spectrum*, sie haben bei der Laubholzgattung *Tremex* ihre höchste Ausbildung erfahren. Es mag dabei dahingestellt bleiben, ob sich diese Intersegmentaltaschen unter dem Einfluß der Symbiose ausgebildet haben oder ob die Ausbildung von geräumigen Intersegmentaltaschen als Sekretbehälter erst die Entwicklung einer festen Symbiose möglich machte.

Daß die Symbiose der Holzwespen mit holzzerstörenden Pilzen noch als ziemlich junge zu bewerten ist, läßt sich aus der Tatsache schließen, daß die einzelnen Holzwespenarten nicht unbedingt fest an einen bestimmten Pilz gebunden sind. Diese Erscheinung scheint mit der Poly-

phagie der Holswespen zusammenzuhängen, da, wie dargelegt, auffälligerweise dann ungewöhnliche Pilze mit den Holzwespen vergesellschaftet waren, wenn diese Wespen für sie ungewöhnliche Holzarten (*Paururus* in Tanne, *Tremex* in Nußbaum) befallen hatten.

Der Vorteil, der den begleitenden Pilzen bei der Symbiose gewährt wird, besteht in einer Übertragung der Oidien in neue Wirtspflanzen. Eine solche Übertragungsweise macht die Bildung von Fruchtkörpern überflüssig. Es ist demnach nicht unwahrscheinlich, daß durch eine dauernde vegetative Vermehrung den eigentlichen *Sirex*-Pilzen die Fähigkeit zur Fruchtkörperbildung verlorengegangen ist, während nur den Holzwespen gelegentlich vergesellschaftete Pilze diese Fähigkeit noch nicht eingebüßt haben.

Die **praktische Bedeutung der Symbiose** der Holzwespen mit holzzerstörenden Pilzen ist nicht unbedeutend. Bisher wurden die Holzwespen als rein mechanisch wirksame Schädlinge angesehen, die ihren Wirtsbaum einzig durch die Miniertätigkeit ihrer Larven schädigen und die das Holz als solches nicht erheblich entwerten.

Daß durch die Übertragung von holzzerstörenden Pilzen in Wunden und absterbende Baumteile dem befallenen Baum erheblicher physiologischer Schaden zugefügt werden kann, steht außer allem Zweifel, auch wenn die Frage, ob es sich hier im allgemeinen um Pilze handelt, die gelegentlich auch lebendes Gewebe des befallenen Baumes zum Absterben bringen können, noch offen gelassen wird.

Das von Holzwespen befallene Nadelholz wird oft, da die Larvengänge, die mit Bohrmehl fest vollgestopft sind, auf den Schnittflächen kaum zu erkennen sind und da es im allgemeinen für gesund gehalten wird, zu Tischlereizwecken verwendet oder auch verbaut. Dieses wurde um so mehr für unbedenklich gehalten, als das Holz durch die zumeist nicht übermäßig zahlreich vorhandenen Larvengänge kaum in seiner Tragfähigkeit gemindert wird und als die aus dem verarbeiteten Holz etwa noch ausfliegenden Holzwespen an diesem Holz nicht wieder zur Eiablage schreiten. In einer neueren Veröffentlichung macht Knuchel allerdings darauf aufmerksam, daß mitunter Fäulniserscheinungen an verbautem *Sirex*-Holz beobachtet werden können. Er bringt diese Erscheinung damit in Zusammenhang, daß „durch die Fluglöcher Feuchtigkeit ins Innere des Holzes dringt und dort Fäulnis verursacht". Nach der Feststellung, daß die Holzwespen der Gattungen *Sirex* und *Paururus* mit holzzerstörenden Pilzen zusammleben, die sich in der Form von Oidien auch im ausgetrockneten Holz noch längere Zeit am Leben erhalten können, muß gesagt sein, daß bei verbautem Holzwespenholz zunächst immer die Gefahr der Fäulnis gegeben sein wird, wenn dieses Holz einer Feuchtigkeit ausgesetzt ist, die den *Sirex*-Pilzen Entwicklungsmöglichkeiten gibt. Daß die *Sirex*-Pilze bisher in dem „verfaulten" Holzwespenholz noch nicht aufgefunden wurden, mag damit zusammenhängen, daß sie keine Fruchtkörper

bilden und somit schwer zu identifizieren sind. Besonders gefährdet ist das in Bergwerken oder Kellern eingebaute Holzwespenholz. An derart der Feuchtigkeit ausgesetzten Stellen wäre das Einbauen von unimprägniertem oder ungenügend imprägniertem Holzwespenholz auf alle Fälle zu vermeiden. Ein einfacher Imprägnieranstrich dürfte dabei unwirksam sein, nur ein in die Tiefe gehendes Verfahren, welches die Oidien im Holze tötet, dürfte einen sicheren Schutz vor späterer Fäule bieten.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Bei den Sireciden leben die Angehörigen der Gattungen *Sirex*, *Paururus* und *Tremex*, nicht aber die der Gattung *Xeris* (*Xeris spectrum*) in fester Gemeinschaft mit Pilzen. Oidien dieser Pilze finden sich bei den pilzführenden Arten in spezifischen Intersegmentalorganen, welche sich als ursprüngliche „Schmierorgane" deuten lassen. Die Pilze bilden in Kultur im allgemeinen keine Fruchtkörper, ihren Eigenschaften nach sind sie zu den holzzerstörenden Hymenomyceten zu stellen. Nicht immer ist die gleiche Holzwespenart mit dem gleichen Pilz vergesellschaftet. Beim Legeakt wird dem abgelegten Ei oidienhaltiger Schleim beigegeben. Die Füllung der Intersegmentaltaschen weiblicher Imagines geschieht durch Einwucherung der Pilze von den Wänden der Puppenwiege aus.

Eine Zelluloseverdauung konnte bei den Holzwespenlarven nicht nachgewiesen werden, wohl aber werden Pilzhyphen schnell und fast restlos verdaut. Bei den pilzführenden Sireciden scheint eine Symbiose mit holzzerstörenden Hymenomyceten vorzuliegen, deren Auswirkung bei *Paururus* und *Sirex* noch nicht klar zu erkennen ist, die aber bei *Tremex* die Bedeutung einer primitiven Ambrosiazucht zu haben scheint.

Die Holzwespen entwerten ihr Wirtsholz nicht nur durch ihre Larvengänge, sondern auch durch die Übertragung holzzerstörender Pilze in das Brutholz.

Literatur.

Aß, M., und Funtikow, G., Über die Biologie und technische Bedeutung der Holzwespen. Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. **19**, 1932, S. 557—577.

Bavendamm, W., Neue Untersuchungen über die Lebensbedingungen holzzerstörender Pilze. Centralbl. f. Bakt. Abt. II, **75** u. **76**, 1928, S. 426—533, 172—227.

— — Erkennen, Nachweis und Kultur der holzverfärbenden und holzzersetzenden Pilze. In: Abderhalden, Handbuch der biol. Arbeitsmethoden Abt. XII, T. 2, S. 927—1134, 1936.

Berlese, A., Gli Insetti. Milano 1909, S. 304.

Bischoff, H., Die Biologie der Hymenopteren. Berlin 1927.

Brauns, S., Über *Sirex fuscicornis*. Ent. Nachr. III. Stettin 1881.

Briant, A. K., Insect Pests and Fungus diseases. Rep. agric. Dep. St. Vincent 1934, S. 2—3.

Buchner, P., Holznahrung und Symbiose. Berlin 1928. 64 S.

— — Ergebnisse der Symbioseforschung I. In: Ergebnisse der Biologie **IV**, S. 2 bis 125. Berlin 1928.

Burmeister, Handbuch der Entomologie. XXVII, fig. 10, S. 190.

Campbell, G. C., Die Chemie der Weißfäule von Holz. Biochm. Journ. **24**, 1930, S. 1235—1243, **25**, 1931, S. 2023—2027. **26**, 1932, S. 1829—1838.
— — The chemical Aspect of the Destruction of Oak wood by Powder-Post and Death watsch Beetles, *Lyctus* spp. and *Xestobium* sp. Biochem. Journ. Bd. 23, 1929, S. 1290—1293.
Cartwright, K. St., G., A further Note on Fungus Association in the Siricidae. Ann. appl. Biol. **25**, 1938, S. 430—432 [1]).
Chrystal, R. N., The Sirex Wood Wasps and their Importance in Forestry. Bull. of Ent. Research **XIX**, Teil 3. London 1928, S. 219—249.
Cummins, I. E., and Wilson, H. B., The Starch Content of some Australian Hardwoods in Relation to their Susceptibility to Attack by the Powder Post Borer *Lyctus brunneus* Stephens. Journ. Coun. Sci. Industr. Res. Aust. **8**, Nr. 2, S. 101—110.
Dahlbom et Sichel, Remarques sur quelques espèces européennes du genre Sirex. Bull. de la Soc. Entom. de Fr. **7**, Ser. 3, S. 83—84.
Enslin, E., Die Blatt- und Holzwespen. In: Die Insekten Mitteleuropas insbesondere Deutschlands Bd. III. Berlin 1913.
Falck, R., und Haug, W., Der Lignin- und Celluloseabbau des Holzes, zwei verschiedene Zersetzungsprozesse durch holzbewohnende Fadenpilze. Ber. Dtsch. Chem. Ges. **60**, 1927, S. 225.
Falck, R., Die Scheindestruktion des Kiefernholzes durch die Larven des Hausbockes *Hylotrupes bajulus*. Cellulosechemie 11, 1930, S. 89.
— — Die Scheindestruktion des Koniferenholzes durch die Larve von *Anobium*. Cellulosechemie **11**, 1930, S. 128.
Fischer, E., und Gäumann, E., Biologie der pflanzenbewohnenden parasitischen Pilze. Jena 1929.
Hägglund, E., Holzchemie. Leipzig 1928.
Hartig, Th., Die Aderflügler Deutschlands, **1**. Berlin 1837.
Knuchel, H., Holzfehler. Bern 1934. S. 98.
König, J., und Becker, E., die Bestandteile des Holzes und ihre wirtschaftliche Bedeutung. Ztschr. f. angew. Chem. **32**, 1919, S. 156.
Kürschner, K., und Hoffer, E., Chem. Ztg. **55**, 161—182.
Liese, J., Verhalten holzzerstörender Pilze gegenüber verschiedenen Holzarten und Giftstoffen. Ztschr. f. angew. Botanik **10**, 1928, S. 156—170.
Liese, Nowak und Rabanus, Toximetrische Bestimmung von Holzkonservierungsmitteln. Zusammenfassender Bericht über die Ergebnisse der im Auftrage der Internationalen Konferenz (Berlin 1930) durchgeführten Arbeiten. Beih. Ztschr. Ver. Dtsch. Chem. Nr. **11**, Berlin W 35, 1935, S. 1—18.
Müller, W., Untersuchungen über die Symbiose von Tieren mit Pilzen und Bakterien. Arch. f. Microbiol. **5**, 1934, S. 84—146.
Münch, E., Die Blaufäule des Nadelholzes. Naturw. Ztschr. f. Land- u. Forstw. **5 u. 6**, 1907 u. 1908, 85 S.
— — Untersuchungen über die Immunität und Krankheitsempfänglichkeit der Holzpflanzen. Diss. München 1908. 81 S.
— — Über einige Grundbegriffe der Phytopathologie. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **39**, 1929, S. 276—286.
Mansour, K., und Mansour-Beck, J., Zur Frage der Holzverdauung durch Insektenlarven. Proceed. Sect. of Sciences **36**, 1933, S. 795—799.
Ripper, W., Zur Frage des Zelluloseabbaues bei der Holzverdauung xylophager Insekten. Ztschr. f. wiss. Biol. **13**, 1931, S. 314—333.
Ratzeburg, J., Th., Chr., Die Forstinsekten. Teil III. Berlin 1844.
Scheidter, F., Zur Lebensweise unsrer Holzwespen. Ztschr. f. Schädlingsbek. **1**, 1923, S. 89—98.
Zander, E., Beiträge zur Morphologie des Stachelapparates der Hymenopteren. Ztschr. f. wiss. Zool. **66**, 1899, S. 289—333.

[1]) Nur in der Besprechung in Rev. of appl. Ent. **26**, 1938, S. 632 vorliegend.

(Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Versuchs- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau, Geisenheim a. Rh. — Vorstand: Prof. Dr. F. Stellwaag)

Untersuchungen über den Einfluß von Pflanzenschutzmitteln auf die Bienen.

IV. Teil: Die Wirkung von Derris auf die Bienen.*)

Von

Friedrich Karl Böttcher.

(Mit 4 Abbildungen und 1 Tabelle.)

Inhalt.

Seite

A. Fragestellung 682
B. Laboratoriumsversuche 682
I. Derris als Atemgift 682
II. Derris als Darmgift 683
III. Derris als Berührungsgift 686
IV. Vergiftungsversuche mit Derris an einzelnen Bienen innerhalb des Stockverbandes 688
V. Die Vergiftungserscheinungen 690
C. Kleinversuche 690
a) Versuche mit Derris als Staubmittel 691
b) Versuche mit Derris als Spritzmittel 694
D. Großversuche 697
a) Versuche mit Derris als Staubmittel 697
b) Versuche mit Derris als Spritzmittel 698
E. Zusammenfassung der Ergebnisse 698
Literatur 701

*) Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft an der Bayerischen Landesanstalt für Bienenzucht in Erlangen begonnen.

A. Fragestellung.

In drei vorausgehenden Veröffentlichungen wurden vom Verfasser Untersuchungen über die Wirkung kupfer-, eisen- und schwefelsäurehaltiges Hederichbekämpfungsmittel (1), über die Wirkung von Nikotin (2) und von Pyrethrum (3) auf die Bienen mitgeteilt. Es konnte festgestellt werden, daß alle diese Pflanzenschutzmittel, im Gegensatz zu den äußerst gefährlichen Arsenpräparaten (s. Böttcher 4), in den üblichen Konzentrationen ohne nennenswerten Schaden für die Bienen angewendet werden können. Die Untersuchung des gleichfalls als Insektizid manchmal verwendeten Derris (Stellwaag 14) ist Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

Gang der Untersuchung und Methodik waren die gleichen wie in früheren Arbeiten des Verfassers und sind bereits ausführlich geschildert worden (1, 2, 3). Über Derris als Schädlingsbekämpfungsmittel allgemein findet man Näheres bei Sorauer (12). Wichtig ist in diesem Zusammenhang, daß das aus Wurzeln von *Derris elliptica* gewonnene Insektizid nicht einheitlich zusammengesetzt ist, sondern aus einer ganzen Anzahl von Stoffen (Rotenon, Tephrosin, Deguelin, Toxikarol u. a.) besteht, von denen Rotenon jedoch mengenmäßig überwiegt. Diese Gifte zeichnen sich dadurch aus, daß sie für Mensch und warmblütige Haustiere im Gegensatz zum hochgiftigen Arsen im praktischen Gebrauch als Bekämpfungsmittel von Schadinsekten unschädlich sind.

B. Laboratoriumsversuche.

Laboratoriumsversuche mit Derrispräparaten stellte Borchert (5) an. Er kam zu dem Ergebnis, daß die untersuchten Spritz- und Staubmittel als Magengift für die Bienen keine Gefahr darstellen, daß aber von den Staubmitteln als „Atemgift" (gemeint ist Berührungsgift) große Gefährlichkeit zu erwarten ist. Mc. Indoo, Sievers und Abbot (11) geben an, daß Derris für die Bienen als Magengift wirkt. Ginsburg und Schmitt (8) wiesen nach, daß Derrisextrakt und reines Rotenon in hohen Verdünnungen für Blattläuse giftiger als für Honigbienen, Pyrethrumextrakt umgekehrt für Honigbienen giftiger als für Blattläuse ist.

Zur Feststellung der Giftigkeit von Derris wurden im Laboratorium Untersuchungen angestellt. Diese mußten so geführt werden, daß ein Vergleich der Befunde mit denen an anderen Mitteln möglich ist. Demgemäß wurde geprüft, wie und in welchem Maße Derris auf die Bienen wirkt. Dazu fanden sowohl Derrisextrakt (mit Rotenon, Deguelin, Tephrosin, Toxikarol und anderen insektiziden Bestandteilen) als auch das in der Derriswurzel vorherrschende Rotenon allein in reinster Form (Präparat der Firma Hoffmann-La Roche) Anwendung.

I. Derris (Rotenon) als Atemgift.

Daß Rotenon nicht als Atemgift wirkt, konnte in folgenden Versuchen festgestellt werden:

1. Versuch bei 22 ° C.

10 in einem Nadelkäfig befindliche Bienen wurden in ein geschlossenes Glasgefäß von 275 ccm Inhalt gebracht, dessen 63,5 cm² große Bodenfläche mit 0,4 g Rotenon bestreut worden war. Die Umgebungstemperatur betrug etwa 22 ° C. 10 weitere Bienen wurden in der gleichen Weise gehalten, jedoch ohne Rotenon. Nach 24 Stunden waren alle Bienen noch gesund, eine Schädigung derselben war nicht eingetreten.

2. Versuch bei 34,5 ° C.

In der gleichen Weise erfolgte ein zweiter Versuch im Thermostat bei 34,5 ° C. Nach 3 Tagen lebten noch alle Bienen und zeigten keinerlei Vergiftungserscheinungen.

Ergebnis der Versuche: Rotenon wirkt nicht als Atemgift.

II. Derris als Darmgift.

Die Verfütterung der zu untersuchenden Präparate an die Bienen erfolgte nach der bisher stets verwendeten Methode von Goetze (9) mit Hilfe von Serumpipetten. Eine Anzahl Bienen wurde mit einer bestimmten Giftmenge einzeln gefüttert und der danach innerhalb von 3 Tagen auftretende Totenfall festgestellt.

a) Versuche mit Rotenon-reinst.

Das Rotenon wurde in 0,5 ccm Aceton vorgelöst, mit 0,005 g Tannin als Schutzkolloid versetzt und das ganze mit 30proz. Zuckerlösung auf ein Gewicht von 10 g aufgefüllt.

20 Bienen, die sich in einer Umgebungstemperatur von 34,5 ° C befanden, erhielten je 10 cmm einer 0,1prozent. Suspension (= 11,2 γ Rotenon). Zur Ermittelung der Streuung wurde der Versuch 11mal an verschiedenen Tagen wiederholt. Es sollte dabei festgestellt werden, ob das Ergebnis reproduzierbar ist und in welchen Grenzen sich die Streuung bewegt. Der Totenfall betrug dabei:

16 16 15 16 19 18 17 17 14 9 16 Bienen.

Mittelwert $15{,}7 \pm 2{,}6$ (= 79 %). [1])

Daraus folgt, daß man die Versuche auch ohne Wiederholung durchführen kann, wenn man bei steigenden Giftmengen steigenden Totenfall ohne sprunghaften Verlauf der Sterblichkeitskurve bekommt. Das Ergebnis dieser Versuchsreihe ist in der Abb. 1 mit eingetragen.

Nach weiteren Vorversuchen erwies sich eine 0,02proz. Rotenonsuspension zur Feststellung der Dosis letalis minima [2]) als am geeignetsten. Nunmehr wurden je 50 Bienen mit verschiedenen Mengen einer 0,02proz. Rotenonsuspension gefüttert und bei den Temperaturen 20 ° C und 34,5 ° C gehalten. Es ergaben sich dabei die Kurven der Abb. 1, in die die Ergebnisse der vorher geschilderten Ver-

[1]) Es ist üblich, bei Versuchswiederholungen den mittleren Fehler in Prozenten des Mittelwertes anzugeben. Da bei niedrigem Mittelwert die Abweichungen von demselben dann viel zu hoch erscheinen müssen, sehe ich von dieser Angabe hier ab.

[2]) Über den Begriff der Dosis letalis minima s. Böttcher (1, 2).

suche mit 11,2 γ Rotenon mit aufgenommen wurden. Danach mag das Gift bei niederer Temperatur etwas stärker wirken als bei höherer. Indessen ist die Abhängigkeit von der Temperatur nicht sehr groß und nicht sehr deutlich.

Um einen weiteren Punkt der Kurve besonders gut zu sichern, wurden je 25 Bienen in 9maliger Wiederholung mit 20 cmm einer

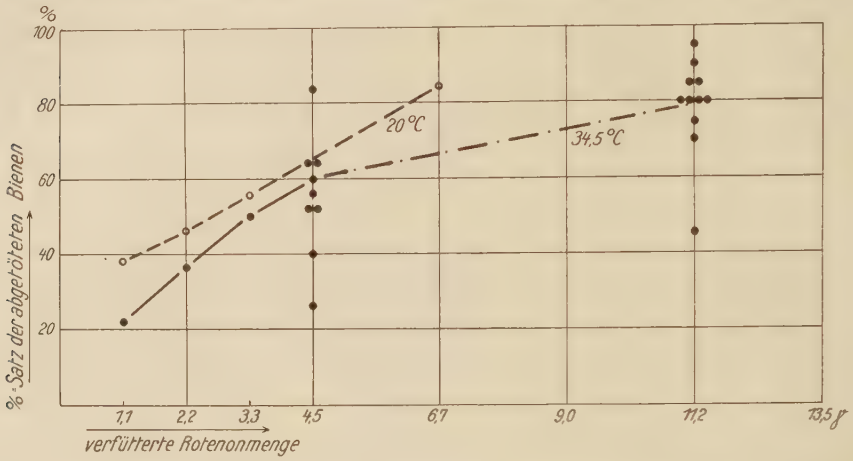


Abb. 1. Rotenon als Darmgift bei verschiedenen Temperaturen. Rotenonsuspension 0,02 % (bei 11,2 γ 0,1 %). Die Punkte bei 11,2 γ geben den Totenfall von 20 Bienen, bei 4,5 γ von 25 Bienen, alle anderen von 50 Bienen an. Ordinate: Prozentsatz der innerhalb von 3 Tagen abgetöteten Bienen. Abszisse: verfütterte Rotenonmenge in γ.

0,02proz. Rotenonsuspension (= 4,5 γ Rotenon) gefüttert und der bei 34,5 ° C innerhalb von 3 Tagen auftretende Totenfall festgestellt. Es gingen ein:

21 16 9 14 10 13 16 15 13 Bienen.

Mittelwert $14{,}1 \pm 2{,}7$ (= 56 %).

Die Dosis letalis minima liegt somit bei einer Konzentration von 0,02 % Rotenon je nach Individuum und Umgebungstemperatur etwa zwischen 0,5 und über 11 γ. Als mittlere Dosis letalis kann man etwa 3 γ Rotenon ansehen. In einer Umgebungstemperatur von 20 ° C und 34,5 ° C gingen 25—33,3 % der Versuchstiere ein bei 0,6 γ bzw. 1,7 γ Rotenon.

b) Versuche mit Derrisextrakt.

Vergleichsweise wurde ein in der praktischen Schädlingsbekämpfung verwendbarer Derrisextrakt mit 10 % Rotenongehalt (Präparat der Firma R e m y & Co.) geprüft. Um seine Wirkung mit reinem Rotenon leicht vergleichen zu können, benutzte ich eine Suspension mit einem Gehalt von 0,02 % Rotenon.

aa) Versuche bei 34,5 ° C.

Verfüttert wurden 10 cmm (= 2,2 γ Rotenon) an je 25 Bienen in 11maliger Wiederholung. Die Zahl der Toten betrug innerhalb von 3 Tagen:

10 16 17 11 10 14 15 11 16 15 16 Bienen.
Mittelwert $13{,}7 \pm 2{,}7$ (= 55 %).

Bei Verfütterung der doppelten Menge (10 cmm einer Suspension mit 0,04 % = 4,5 γ Rotenon) an je 25 Bienen in 9facher Wiederholung ergab sich ein Totenfall von

25 21 20 24 25 25 24 22 23 Bienen.
Mittelwert $23{,}2 \pm 0{,}6$ (= 93 %),
d. h. 4,5 γ Rotenon + zusätzliche Gifte töteten in 0,04proz. Konzentration etwa 93 % der Versuchsbienen ab.

Somit sind 2 Punkte der Sterblichkeitskurve zur Ermittelung der Dosis letalis minima durch eine größere Zahl von Versuchen hinreichend gesichert. Zieht man jetzt die wahrscheinlich zu erwartende Kurve unter Verwendung dieser Punkte aus (s. Abb. 2), so kann man nähere Angaben über die Wirkung des untersuchten Giftes machen. Danach ist zu erwarten, daß die Dosis letalis minima etwa zwischen 0,5 und 5,6 γ Rotenon liegt. Die mittlere Dosis letalis beträgt etwa 2,2 γ, die Dosis letalis für 25—33,3 % der Versuchstiere etwa 1,1 γ.

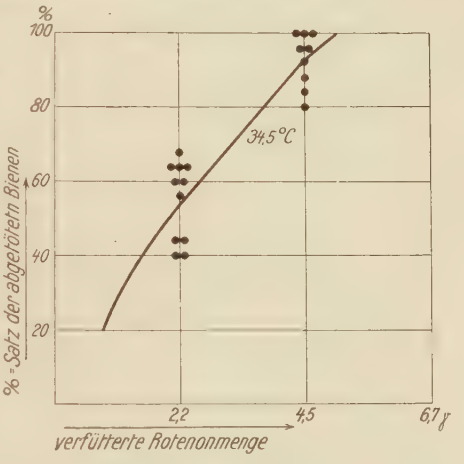


Abb. 2. Derrisextrakt als Darmgift bei 34,5° C. Die Punkte geben den Totenfall von 25 Bienen an. Ordinate: Prozentsatz der innerhalb von 3 Tagen abgetöteten Bienen. Abszisse: verfütterte im Extrakt enthaltene Rotenonmenge in γ.

bb) Versuch bei 20° C.

Bei einer Temperatur von 20° C ergab eine einmalige Fütterung von 25 Bienen mit 10 cmm der 0,02 % Rotenon enthaltenden Derrissuspension (= 2,2 γ Rotenon) 14 Tote (= 56 %). Ein Einfluß der Temperatur auf die Wirkung von Derris als Darmgift scheint hier also nicht zu bestehen.

Vergleicht man die Wirkung des Derrisextraktes mit der des Rotenons, so muß man feststellen, daß 10 cmm Derrisextraktlösung mit 0,02 % Rotenon (= 2,2 γ Rotenon) dieselbe Wirkung entfaltet haben wie 20 cmm 0,02proz. Rotenonsuspension (= 4,5 γ Rotenon). Das wird verständlich, wenn man berücksichtigt, daß in einem Derrisextrakt neben Rotenon noch andere wirksame Bestandteile enthalten sind. Es besteht aber auch die Möglichkeit, daß durch feinere Zerteilung des Rotenons eine höhere Wirksamkeit erzielt worden ist. Für diese letzte Annahme spricht insbesondere, daß bei niederen Konzentrationen die Übereinstimmung in der Giftigkeit des reinen Rotenons mit der des Derrisextraktes größer ist als in höheren, wo das reine Rotenon in seiner Giftigkeit erheblich hinter der des Derrisextrakts zu stehen kommt.

III. Derris als Berührungsgift.

a) Versuche mit Rotenon—reinst.

Die Versuche mit reinem Rotenon als Berührungsgift gestalteten sich schwierig, da es nicht möglich war, dasselbe längere Zeit in stabiler Suspension zu halten. Zur Herstellung einer beispielsweise 0,1proz. Rotenonsuspension wurden 0,01 g Rotenon in 0,5 ccm Aceton vorgelöst. Diese Lösung wurde zur Erhöhung der Netzfähigkeit mit 0,15proz. Lösung eines Netzmittels, der auf 100 ccm 0,5 ccm Magermilch als Schutzkolloid zugesetzt worden war, auf 10 g verdünnt. Dabei bildete sich eine milchigweiße Suspension, die nach einigen Minuten glasklar wurde und vorübergehend eine gallertige Konsistenz annahm. Nach einiger Zeit trübte sich diese wieder und begann allmählich abzusetzen. Das zeigte sich auch in folgenden Versuchen, bei denen die Konstanz der Haftbarkeit der Rotenonsuspensionen geprüft werden sollte.

Frisch abgetötete Bienen wurden gewogen, $^1/_4$—$^1/_2$ Sekunde in die Giftlösung eingetaucht, dreimal in der üblichen Weise durch ruckartige Bewegungen von der überschüssigen Flüssigkeit befreit und wieder gewogen.

1. Versuch mit Rotenon 0,1 % + Netzmittel Hoe 2002 N [1]) 0,1 % + Aceton + Milch je 0,5 ccm in 100 g.

Es blieben haften:
40 45 27 31 29 25 17 18 18 21 23 17 19 mg.
Mittelwert $25{,}4 \pm 2{,}4$ ($m\% = 9{,}5$).

Daraus ergibt sich eine Veränderung der Haftbarkeit mit der Zeit, insbesondere am Anfang des Versuchs. Man kann diese Verschiedenheiten einigermaßen umgehen, wenn man die Lösung zunächst einige Zeit stehen läßt.

2. Versuch mit „Spritzmittel Rotenon" in üblicher Konzentration (Rotenongehalt 0,02 %) + Ölschmierseife 0,15 %.

Es blieben haften:
19 18 22 21 19 17 18 16 18 19 mg.
Mittelwert $18{,}7 \pm 0{,}56$ ($m\% = 3{,}0$).

Hierbei war Konstanz in der Haftbarkeit der Versuchsflüssigkeit gegeben.

Diese methodischen Schwierigkeiten machten sich auch bei den folgenden Versuchen bemerkbar, die bei den Temperaturen 20 ° C und 34,5 ° C mit den Rotenonkonzentrationen 0,02 %, 0,1 % und 0.5 % angestellt wurden. Das Ergebnis dieser im Winter durchgeführten Versuche zeigt die Tabelle. Sie gibt den Totenfall von je 50 Bienen innerhalb von 3 Tagen an. Es fällt auf, daß zwischen den einzelnen Konzentrationen keine wesentlichen Unterschiede in der Giftwirkung erkennbar sind. Als mittlere tödliche Konzentration (mit einer 50proz. Absterbeziffer) z. B. könnte man danach sowohl 0,02 % wie 0,1 % Rotenon ansehen. Das mag an den Lösungs- und Suspensionsverhältnissen liegen. Der zur Giftwirkung kommende Anteil des Rotenons scheint bei allen drei Prozentgehalten nicht wesentlich verschieden zu sein. Auf den ersten Blick scheint auch die Temperatur keinen Einfluß auf die Sterblichkeitsziffer zu besitzen. Bei näherer Betrachtung ergeben sich jedoch gewisse Unterschiede. Diese sind besonders in der ersten Zeit der Giftwirkung deutlich. Bei den Versuchen bei 34,5 ° C

[1]) Präparat der I. G. Farbenindustrie.

ist die Zahl der Toten in den ersten Halbtagen der dreitägigen Beobachtungszeit meist höher als bei 20 ° C. Man kann sagen, daß Rotenon bei höherer Temperatur schneller wirkt. Bei niederer Temperatur (20 ° C) ist die Sterblichkeit anfangs meist geringer, bleibt aber, wie ein Vergleich mit der hohen Sterblichkeit der unbehandelnden Bienen lehrt, infolge dieser für die Bienen allgemein ungünstigen niederen Temperatur später auf der alten Höhe stehen, so daß das Endergebnis bei hohen und niedrigen Temperaturen schließlich wieder ausgeglichen erscheint. Unter Berücksichtigung der bei 20 ° zahlreich eingegangenen unvergifteten Bienen ist man geneigt, bei höherer Temperatur eine infolge der gesteigerten Lebenstätigkeit des Bienenorganismus beschleunigte Giftwirkung des Rotenons anzunehmen.

b) Versuche mit Derrisextrakt.

Ein gleichfalls nicht sehr übersichtliches Bild ergab die Prüfung eines handelsüblichen Derrisextraktes von 10 % Rotenon (Präparat der Firma Remy & Co.) (Abb. 3). Danach scheint die Giftwirkung desselben bei niederer Temperatur etwas stärker zu sein als bei höherer. Auch ergeben sie hier, wohl infolge besserer Lösungs- und Suspensionsverhältnisse deutliche Unterschiede bei der Prüfung verschiedener Konzen-

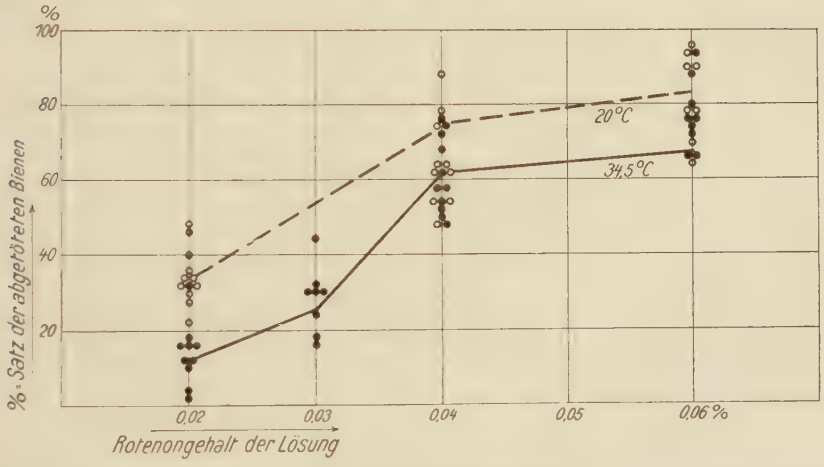


Abb. 3. Derrisextrakt als Berührungsgift bei verschiedenen Temperaturen. Die Punkte geben den Totenfall von 50 Bienen an. Ordinate: Prozentsatz der abgetöteten Bienen. Abszisse: verfütterte im Extrakt enthaltene Rotenonmenge in γ.

trationen, doch streuen die Abtötungszahlen bei verschiedenen Temperaturen so stark, daß die Mittelwerte mit Ausnahme der von 0,02 % nicht als genügend statistisch gesichert angesehen werden können. Es erschien mir daher zweckmäßig, diese Verhältnisse nochmals mit einem anderen handelsüblichen, gut suspendierbaren Derrisextrakt mit einem Rotenongehalt von 5 % unter Zusatz eines Netzmittels zu überprüfen. Wie aus den oben angeführten Versuchen zur Feststellung der Haft-

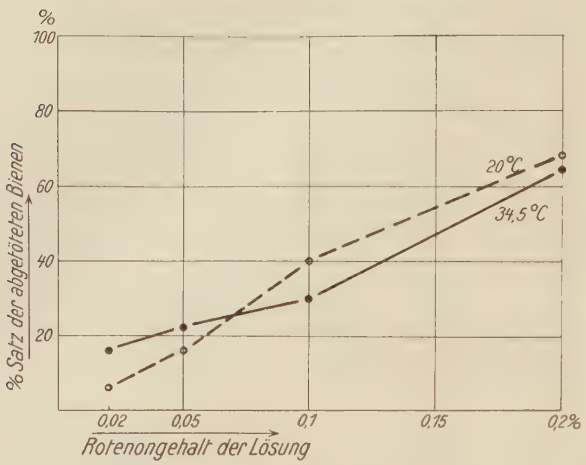


Abb. 4.
Derrisextrakt als Berührungsgift bei verschiedenen Temperaturen. Die Punkte geben den Totenfall von 50 Bienen an. Ordinate: Prozentsatz der abgestorbenen Bienen. Abszisse: verfütterte im Extrakt enthaltene Rotenonmenge in γ.

barkeit hervorgeht, waren die methodischen Schwierigkeiten hier nicht vorhanden. Die Haftbarkeit blieb innerhalb der Fehlergrenze konstant. Das Ergebnis der Versuche ist in Abb. 4 wiedergegeben. Auch hier ergibt sich, übereinstimmend mit den bisherigen Befunden, eine von der Temperatur praktisch unabhängige Giftwirkung. Die geringsten tödlichen Konzentrationen beginnen bei 0,02 % und gehen über 0,2 % hinaus. Bei einer Konzentration von etwa 0,07—0,1 % wurden 25—33,3 % der Versuchstiere abgetötet. Als mittlere tödliche Konzentration kann man etwa 0,15 % Rotenon ansehen.

IV. Vergiftungsversuche mit Rotenon (Derris) an einzelnen Bienen innerhalb des Stockverbandes.

Eine aus dem Stockverband entnommene, einzeln in Thermostaten gehaltene Bienen befindet sich unter anormalen Bedingungen. Da es denkbar ist, daß eine vergiftete Biene unter natürlichen Verhältnissen im Volk unter der Pflege ihrer Stockgenossinnen sich eher erholen wird, wurden die Bienen nach Kennzeichnung mit Farbe und nach der Giftbehandlung wieder dem Beobachtungsstock zurückgegeben. Ihr weiteres Verhalten ließ sich auf diese Weise mühelos feststellen.

a) Versuche mit Rotenon ohne Netzmittel.

Da nach Angaben der Herstellerfirma ein Zusatz eines Netzmittels zu dem Derrispräparat nicht unbedingt erforderlich ist, wurden die Versuche zunächst ohne Netzmittel durchgeführt.

1. Spritzversuch mit Derrisspritzmittel (Rotenongehalt 0,02 %).

25 Bienen wurden im Laboratorium freigelassen, so daß sie, dem Licht folgend, gegen das Fenster flogen. In diesem Augenblick wurden sie leicht mit der gebräuchlichen, 0,02 % Rotenon enthaltenden Brühe bespritzt, so, wie es etwa einer in der Praxis durchgeführten Behandlung entsprechen mag, und dem Beobachtungsvölkchen wieder zugesetzt. Vergiftungserscheinungen waren danach nicht zu bemerken. Nach 40 Minuten konnte man indessen feststellen, daß sich die bespritzten Bienen, im Verhältnis zu den unbespritzten, etwas heftiger putzten. Sämtliche Bienen blieben indessen am Leben.

Ergebnis: Eine 0,02proz. Lösung eines Rotenonmittels vermag die Bienen bei Verbleib im Stock nicht merklich zu beeinträchtigen.

2. Tauchversuch mit Derrisspritzbrühe (Rotenongehalt 0,02 %).

Um die Giftwirkung intensiver zu gestalten, wurden die Bienen jetzt 1/4 bis 1/2 Sekunde lang in die Spritzbrühe eingetaucht, die überschüssige Flüssigkeit durch dreimaliges kurzes Stoßen abgeschleudert und dem Volke wieder zugesetzt. Nach einigen Minuten war eine Biene tot. Alle anderen aber lebten weiter, ohne sichtlichen Schaden zu nehmen.

Ergebnis: Eine 0,02proz. Rotenonbrühe vermag ohne Zusatz eines Netzmittels keinen nennenswerten Schaden an Bienen zu erzeugen, wenn diese wieder in den Stock zurückkommen.

3. Tauchversuch mit Derrisspritzbrühe (Rotenongehalt 0,2 %).

Zur Feststellung der für die Bienen unbedingt tödlichen Konzentration wurden 25 Tiere in eine 10fach verstärkte Derrisspritzbrühe mit 0,2 % Rotenon getaucht und wieder in den Stock zurückgebracht. Etwa 5 Minuten nach dem Versuch lagen 3 Bienen schwer gelähmt im Stock. Sie wurden von ihren Stockgenossen hin und her getragen, um aus dem geschlossenen Stock entfernt zu werden. Nach etwa 10 Minuten konnte man beobachten, wie 2 andere Bienen, die indessen noch sehr wohl lebensfähig waren, von anderen hin und her gezerrt wurden. 2 1/2 Stunden nach Versuchsbeginn waren 9 Bienen tot und 1 schwer gelähmt. Nach 24 Stunden waren insgesamt 11 tot, alle anderen waren gesund.

Ergebnis: Eine gegenüber der üblichen Konzentration zehnfach verstärkte Rotenonbrühe mit 0,2 % Rotenon wirkte auf die damit behandelten Bienen stark toxisch.

b) Versuche mit Rotenon unter Zusatz eines Netzmittels.

Zur Steigerung der Wirkung des Rotenons wurde in den folgenden Versuchen 0,15 % Ölschmierseife als Netzmittel zugesetzt.

1. Tauchversuch mit Ölschmierseife 0,15 % ohne Rotenon.

Zur Feststellung der Wirkung von Ölschmierseife allein wurde ein Tauchversuch ohne Rotenon durchgeführt. Bei Eintauchen von 25 Bienen in 0,15proz. Ölschmierseife waren 2 sofort tot. Nach 24 Stunden waren weitere 2 Bienen abgestorben. Alle anderen blieben gesund.

Ergebnis: Ölschmierseife ohne Rotenonzusatz in der üblichen Konzentration von 0,15 % besitzt eine geringe Giftwirkung.

2. Spritzversuch mit Derrisspritzmittel (Rotenongehalt 0,02 %) + Ölschmierseife 0,15 %.

25 gegen das Fenster fliegende gezeichnete Bienen wurden ähnlich wie im Freiland mit der gebräuchlichen Rotenonbrühe von 0,02 % Rotenon + 0,15 % Ölschmierseife bespritzt und danach ihrem Stock wieder zurückgegeben. Nach 15 Minuten lag eine Biene tot oder nahezu tot am Boden ihres Stockes, die übrigen saßen, meist sich putzend, auf der Wabe. Nach etwa 14 Stunden waren 4 mit dem Gift behandelte Bienen eingegangen, alle anderen waren gesund.

Ergebnis: Eine Spritzung mit einem Rotenonmittel in der üblichen Weise in der üblichen Konzentration von 0,02 % hatte nur bei wenigen der in den Stock zurückgebrachten Bienen tödliche Wirkung.

3. Tauchversuch mit Derrisspritzmittel (Rotenongehalt 0,02 %) + Ölschmierseife 0,15 %.

25 gezeichnete Bienen wurden nunmehr durch 1/4—1/2 Sekunde langes Eintauchen in die übliche Rotenonseifenbrühe in eine engere Berührung mit dem Gift gebracht und dem Stock wieder zurückgegeben. 5 Minuten nach Versuchsende lagen 4 Bienen schwer gelähmt oder tot am Boden des Stockes. Nach etwa 14 Stunden waren keine weiteren Schädigungen festzustellen. Alle übrigen Bienen waren gesund.

Ergebnis: Selbst beim Eintauchen der Bienen in die übliche Rotenonspritzbrühe traten nur geringe Schädigungen auf.

4. Tauchversuch mit Derrisspritzmittel (Rotenongehalt 0,2 %) + Ölschmierseife 0,15 %.

Um festzustellen, bei welcher Konzentration eine ernstliche Schädigung der Bienen auftritt, wurden 25 Bienen in eine 0,2 % Rotenon enthaltende Brühe mit einem Zusatz von 0,15 % Ölschmierseife eingetaucht. 4 Bienen waren sofort tot oder schwer gelähmt. Nach etwa 2 Stunden waren insgesamt 11 tot und 4 schwer gelähmt. 21 Stunden nach Versuchsbeginn waren 19 Bienen tot und 4 schwer gelähmt.

Ergebnis: Eine 0,2proz. Rotenonbrühe mit 0,15 % Ölschmierseife als Netzmittel wirkte auf die behandelten Bienen stark toxisch, so daß fast alle daran eingingen.

Gesamtergebnis:

Aus den Versuchen folgt, daß mit der üblichen 0,4proz. Rotenonkonzentration gespritzte Bienen, wenn sie den Stock erreichen, zu allermeist keinen ernstlichen Schaden davontragen werden. Rotenonkonzentrationen in der zehnfachen üblichen Stärke von 0,2 % hingegen sind für einen erheblichen Teil der Bienen tödlich, wenn sie damit stark benetzt werden.

V. Die Vergiftungserscheinungen.

Die durch Rotenon hervorgerufenen Vergiftungserscheinungen unterscheiden sich nicht sonderlich von denen des Pyrethrums an Bienen. Auch hier tritt erst eine starke Unruhe ein, der eine allmähliche Lähmung folgt. Die Lähmung macht sich zunächst an den Beinen bemerkbar und geht dann auf die Flügel über, so daß das Tier schließlich nahezu vollständig bewegungslos ist. Liegt eine Vergiftung durch geringere Giftdosen vor, so besteht die Möglichkeit, daß die betreffende Biene sich wieder erholt. Bei größeren Giftmengen oder höheren Giftkonzentrationen tritt nach längerer Zeit der Tod ein.

C. Kleinversuche im Flugkäfig.

Die Kleinversuche wurden im Flugkäfig mit einem kleinen Bienenvolk im Freiland durchgeführt. Als Versuchspflanzen dienten zwei Bienennährpflanzen von verschiedenem Blütenbau: abgeschnittene wilde Rosen (*Rosa rugosa* Thbg.), die zur Frischhaltung in Wasserschalen ge-

stellt wurden, und blühender auf Beeten angesäter Senf (*Sinapis arvensis* L.). Über die Methodik dieser Versuche ist Näheres in früheren Veröffentlichungen (1, 2) zu finden. Dabei fand Derris sowohl als Staubmittel wie auch als Spritzmittel Anwendung. Die Versuche wurden nach Möglichkeit mit dem gleichen Bienenvölkchen an mehreren aufeinander folgenden Tagen wiederholt, so daß die Bienen dauernd unter der Einwirkung des Giftes standen, somit also ganz besonders schweren Bedingungen ausgesetzt waren. Da die Bienen in dem Käfig dem Gift nicht ausweichen konnten, waren die Bedingungen für eine Vergiftung optimal.

a) Versuche mit Derris als Staubmittel.

Als Staubmittel fand ein handelsübliches Derrispräparat mit einem Gehalt von etwa 1,75 % giftigen Bestandteilen (Rotenon u. a.) Verwendung.

aa) Versuche an Rosen.

1. Versuch.

Als am 25. Juli 1935 13.40 Uhr 4—7 Bienen auf den Rosen sammelten, erfolgte eine gute Bestäubung mit dem Derrisstaubmittel. 4 Bienen wurden bestäubt. Eine flog in den Stock zurück, wo sie von den Bienen beleckt und gereinigt wurde. Nach kurzer Zeit krümmte sie ihren Hinterleib ein, ein Zeichen von Vergiftung. Nach der Bestäubung suchten 6 Bienen, ohne zu sammeln. Im Stock liefen die an ihren kleinen Höschen kenntlichen Sammlerinnen unruhig hin und her. 9 Minuten später sammelte 1 Biene. 2 Bienen mit Pollenhöschen liefen im Stock unruhig hin und her. Kurze Zeit darauf wurde eine Biene mit Höschen am Gitter des Käfigs beobachtet. Sie wurde in den Stock gesetzt, kehrte aber sofort wieder zurück, fiel nieder, wälzte sich wild auf dem Boden hin und her und flog schließlich auf. In den folgenden 1½ Stunden sammelte keine Biene mehr. Während dieser Zeit war im Stock eine Biene zu beobachten, die sich auffällig putzte. Erst 15.15 Uhr sammelte eine Biene kurz, flog aber zurück. Die abschreckende Wirkung des Derrisstaubmittels hielt somit immer noch an. Bis zum Abend setzten die Bienen mit dem Flug aus, obwohl am Gitter des Käfigs zahlreiche Bienen herumflogen. Allerdings waren die Rosen auch schon welk geworden.

Ergebnis: Die abschreckende Wirkung des Derrisstaubmittels hielt über 1½ Stunde lang an. Bestäubte Bienen zeigten Vergiftungserscheinungen. Stockbienen und Brut blieben von der Bestäubung unbeeinträchtigt.

2. Wiederholung des Versuchs.

Am 26. Juli 1935 sammelten auf den aufgestellten 65 Rosen etwa 20 bis 25 Bienen. Als 9.35 Uhr eine gute Bestäubung mit dem Derrisstaubmittel erfolgte, flogen die Bienen zwar auf, ließen sich aber dennoch bestäuben, so daß zahlreiche Bienen gut getroffen wurden. Diese sammelten zunächst noch einige Zeit weiter. Die Zahl der die Rosenschale verlassenden und ans Gitter fliegenden Bienen war jetzt noch klein. Innerhalb der nächsten 5 Minuten wurden die Rosen jedoch mehr verlassen. Viele Bienen flogen in den Stock, viele ans Gitter. Manche kamen auf den Erdboden zu liegen. Sie schwirrten hier wild umher. Nach einiger Zeit kamen sie wieder hoch und flogen ans Gitter. Schließlich

sammelten nur noch 4 Bienen. 9.45 Uhr sammelten 1—2—3 Bienen sehr zögernd und kurz. Eine suchte schließlich auf den auf dem Erdboden liegenden alten verwelkten Blüten des gestrigen Versuchs, ein Zeichen, daß sie von den bestäubten frischen Blüten stark abgeschreckt wurde. Im Stock lag eine Biene zitternd auf dem Bodenbrett. Außerdem waren hier und da sich heftig putzende, im übrigen aber saubere, vom Staub gereinigte Bienen zu sehen. Sonst war im Stock nichts Auffälliges festzustellen.

Dagegen saßen 10.08 Uhr außerhalb des Stockes am Gitter des Flugkäfigs 10—15 Bienen mit meist leichten Vergiftungserscheinungen (Lähmungserscheinungen, heftiges Putzen). 10.04 Uhr sammelte eine Biene an Rosen, die etwas weniger vom Staub getroffen worden waren. Nach etwa 20 Minuten hatten die Bienen den Beflug für die ganze folgende Zeit eingestellt. 4 am Boden sitzende Bienen wurden eingefangen und in die Sonne gebracht. 11.30 Uhr konnten 3 tote und 2 lebende schwer vergiftete Bienen zum Teil mit Höschen eingesammelt werden.

Ergebnis: Die abschreckende Wirkung der Bestäubung hielt mindestens 2 Stunden lang an. Ein Teil der getroffenen Bienen zeigte Vergiftungserscheinungen, ein Teil ging ein. Stockbienen und Brut blieben gesund.

3. Wiederholung des Versuchs.

27. Juli 1935. 10.10 Uhr besuchten etwa 15 Bienen die aufgestellten 50 Rosen. Diese wurden mit den darauf sammelnden Bienen bestäubt. Ein Teil davon wurde stark von dem Staub getroffen. Sie ließen sich dadurch jedoch nicht wegtreiben, sondern flogen weiter auf dem Rosenbeet hin und her und sammelten auch teilweise zögernd eine Zeitlang weiter. Erst als sich anscheinend die Giftwirkung geltend machte, flogen sie in den Stock zurück. Ein Teil blieb indessen im Freien und setzte sich putzend ans Gitter. Einige flogen aufgeregt hin und her. Wenn sie auf den Erdboden kamen, schwirrten sie auf der an diesem Tage feuchten und daher staubfreien Erde hin und her, flogen jedoch wieder auf und setzten ihr Treiben fort.

5 Minuten nach der Bestäubung wurden die Rosen nicht mehr besucht. Eine einzelne Biene flog kurze Zeit hin und her, ohne sich zu setzen. Nach 20 Minuten lagen auf dem Bodenbrett des Stockes 2 sich krümmende und zappelnde Bienen. Eine Stunde nach Versuchsbeginn konnten 10 am Boden sitzende Bienen abgefangen werden, die völlig oder nahezu gelähmt waren. Eine davon hatte Höschen, mußte also längere Zeit gesammelt haben. Diese Bienen waren am folgenden Tage tot.

Ergebnis: Die abschreckende Wirkung des Derrisstaubmittels hielt längere Zeit an. Eine größere Zahl stark getroffener Stockbienen erlitt tödlich verlaufende Vergiftung. Stockbienen und Brut nahmen keinen Schaden. Das Volk als Ganzes blieb ebenfalls ungefährdet.

4. Wiederholung des Versuchs.

Am 28. Juli 1935. 11.05 Uhr flogen bei sehr windigem Wetter 7 Bienen. Bei der jetzt erfolgenden Bestäubung wurden nur wenige getroffen, da der Wind das Staubmittel verwehte. Zwei bestäubte Bienen flogen in den Stock. 5 Minuten später saßen 3 Bienen, sich putzend, am Gitter, 3 flogen hin und her. Eine Biene suchte zu sammeln. Eine Biene mit Pollen lag mit Lähmungserscheinungen auf dem Erdboden. Sie wurde eingefangen, dazu 2 andere, am Gitter sitzende Bienen. Nach 15—20 Minuten sammelte eine Biene, ein Zeichen, daß die Bestäubung nicht so stark wie bisher ausgefallen war. 40 Minuten nach Versuchsbeginn wurde eine am Boden sitzende Biene eingefangen. Sie erholte sich im Zimmer wieder.

Ergebnis: Die abschreckende Wirkung einer schwachen Bestäubung mit einem gebräuchlichen Derrisstaubmittel mit 1,75 % Rotenon hielt etwa 15—20 Minuten lang an. Die Giftwirkung der Bestäubung auf die Sammelbienen war gering. Brut und Stockbienen blieben unvergiftet.

bb) *Versuche an Senf.*

1. Versuch.

Am 22. September 1935 war es heiter und warm. Es sammelten 20 Bienen. Bei der 11.30 Uhr erfolgten Bestäubung flogen die getroffenen Bienen zum Teil auf, zum Teil sammelten sie weiter. 3 Minuten danach schwärmten an der Decke des Flugkäfigs zahlreiche deutlich vergiftete Flugbienen aufgeregt herum. Wenn sich eine setzte, putzte sie sich eifrig. Eine Anzahl von ihnen wurde eingefangen. Nach der Bestäubung sammelten nur noch 3 Bienen. Die abschreckende Wirkung schien danach nicht sehr groß zu sein. Die eingefangenen Bienen wurden zunächst eine halbe Stunde in den Schatten gestellt. Von 11 Bienen waren 4 ziemlich stark gelähmt. Danach kamen sie in die Sonne, wo sie sich sichtlich wieder erholten. Sie wurden dem Stock wieder zugesetzt.

Ergebnis: Bei Bestäubung der auf dem Senf sammelnden Bienen zeigten sich an einem Teil der Sammlerinnen Vergiftungserscheinungen. Die Bienen erholten sich jedoch wieder, als sie in die Sonne gestellt wurden. Sonstige Schädigungen traten am Beobachtungsvolk nicht auf.

2. Wiederholung des Versuchs.

Am 9. August 1937 sammelten bei heiterem, heißem Wetter etwa 30 Bienen. 10.40 Uhr erfolgte eine starke Bestäubung mit 120 g des Staubmittels auf 8 qm Beetfläche. Die meist stark bestäubten Bienen flogen nach einiger Zeit zum größten Teil wieder in den Stock. Der bestäubte Senf wurde danach nicht mehr von den Bienen besucht. Im Stock waren etwa 20 weiß bepuderte Bienen zu sehen. Sie machten Werbetänze und putzten sich dabei. An der Decke des Käfigs flogen 10 Bienen herum. Unter ihnen befanden sich auch einzelne, die stark bestäubt waren. Eine bestäubte Biene kam aus dem Stock an das Flugloch und lief nach einiger Zeit wieder hinein. Es war deutlich, daß das Derrisstaubmittel gegenüber einem anderen Berührungsgift wie Pyrethrum langsamer wirkt. Nach 25 Minuten flogen an der Decke etwa 6 Bienen. Eine bestäubte Biene wurde in den Stock gesetzt. Dort befanden sich noch andere bestäubte Bienen, die sich indessen normal verhielten. Am Senf sammelte 11.20 Uhr eine Biene. 3 Bienen setzten sich jetzt ans Gitter oder flogen an der Decke herum. 1¼ Stunde nach Versuchsbeginn war nichts besonders Auffälliges mehr zu bemerken. Eine Biene saß am Gitter und putzte sich. Die Blüten wurden nicht besucht. Späterhin sammelten nur wenige Bienen, viele flogen hingegen am Gitter herum. Da am Nachmittag der Senf auch in der freien Natur von den Bienen kaum beflogen wird, kann daraus auf die abschreckende Wirkung des Derrisstaubmittels nicht geschlossen werden.

Ergebnis: Obwohl zahlreiche Bienen stark von dem Gift getroffen worden waren, trat dennoch kein Schaden auf, weder an Flugbienen, noch an Stockbienen, noch an Brut.

Gesamtergebnis der Versuche mit Derris als Staubmittel:

Bestäubung von Bienennährpflanzen (Senf und wilden Rosen) mit einem in der Schädlingsbekämpfung gebräuchlichen, 1,75 % Rotenon

enthaltenden Derrisstaubmittel konnte einem Teil der sammelnden Bienen nur dann gefährlich werden, wenn verhältnismäßig viel von dem Mittel zur Anwendung kam. Bei normaler Anwendungsweise erholten sich die wenigen Vergiftungserscheinungen aufweisenden Bienen meist wieder. Stockbienen und Brut nahmen keinerlei Schaden. Das Volk in seiner Gesamtheit blieb ungefährdet.

b) Versuche mit Derris als Spritzmittel.

aa) *Versuche in normaler Konzentration.*

Verwendet wurde ein Derrisextrakt der Firma Remy & Co. mit einem Rotenongehalt von etwa 10 %.

1. Versuch.

Am 28. August 1936 sammelten bei heiterem, warmem Wetter etwa 7 Bienen am Senf. 14.10 Uhr erfolgte eine Bespritzung mit 1 l Derrisspritzbrühe (Rotenongehalt 0,02 %). Die meisten Bienen wurden bespritzt. Es zeigte sich das bei einer Bespritzung übliche Bild. Einige Bienen setzten sich unter die Blätter, um Schutz zu suchen, einige flogen in den Stock und andere setzten sich ans Gitter des Käfigs, um sich zu putzen. Kurze Zeit nach dem Bespritzen versuchten wieder zwei Bienen zu sammeln, ließen sich aber abschrecken. 10 Minuten nach der Bespritzung sammelten 4 Bienen zögernd. Nach weiteren 10 Minuten besuchten bis zum Schluß der Beobachtung nach 2 Stunden laufend 4—7 Bienen den Senf.

Ergebnis: Eine Schädigung der Bienen trat nicht ein.

2. Wiederholung des Versuchs.

Am 31. August herrschte wechselndes, windiges Wetter. Vor dem Bespritzen sammelten etwa 5 Bienen. Nachher versuchten noch 3—4 Bienen zu sammeln. Sie flogen dicht an die Blüte heran, wurden aber offenbar durch die Feuchtigkeit, weniger durch den Geruch abgeschreckt. Nach 18 Minuten, als der Senf trocken war, sammelten 2—3 Bienen über 2 Stunden lang.

Ergebnis: Schädigungen traten nicht auf.

3. Wiederholung des Versuchs.

1. September 1936. Bei wechselnd bewölktem Himmel, mit zeitweisem Sonnenschein und Wind sammelten etwa 7 Bienen. 14.23 Uhr erfolgte eine gute Bespritzung mit 2 l Derrisspritzbrühe (Rotenongehalt 0,02 %). Darauf fand zunächst kein Beflug des Senfs mehr statt. 14.25 Uhr sammelten 3 Bienen zögernd von einzelnen Blüten, die etwas weniger getroffen waren. Eine bespritzte Pollensammlerin wurde gesehen, wie sie etwas schwankend vom Erdboden aufflog und sich auf das Flugbrett setzte. Dort putzte sie sich außerordentlich heftig und auffällig. 14.35 Uhr ging eine Biene in den Stock, die sich insbesondere am Rüssel auffällig geputzt hatte. Die kleinen Spritztröpfchen waren jetzt angetrocknet, an den Blattspitzen fand sich noch Flüssigkeit. Es sammelten 3 Bienen. 30 Minuten nach der Bespritzung hörte der Beflug auf, um jedoch nach weiteren 50 Minuten wieder mit 3—4 Bienen einzusetzen.

Ergebnis: Die Bespritzung mit einer 0,02 % Rotenon enthaltenden Derrisspritzbrühe erwies sich als ungefährlich für die Bienen.

Die folgenden Versuche wurden mit einem anderen in der Praxis verwendeten Derrispräparat durchgeführt.

4. Wiederholung des Versuchs.

Am 6. Juni 1937 herrschte heiteres, heißes Wetter. Als etwa 25 Bienen das 8 qm große Senfbeet beflogen, wurde 9.35 Uhr mit einer Verdünnung dieses Mittels gespritzt, die 0.02 % Rotenon enthielt. Danach stellten die Bienen den Beflug vollständig ein. Die bespritzten Bienen flogen entweder in den Stock oder setzten sich ans Gitter des Käfigs oder unter ein Blütenblatt. Die Bienen am Gitter putzten sich heftig. Nach 8 Minuten suchten 2 Bienen an den bespritzten Blüten. Im Stock war nichts Auffälliges zu bemerken. Eine Biene mit Pollenhöschen (ein Zeichen, daß sie eben noch gesammelt hatte) saß ruhig. Eine Biene mit Pollen ging wieder aus dem Stock und flog ab. Sie setzte sich an eine Blüte und putzte sich. 9.54 Uhr sammelten 3 Bienen. 10.05 Uhr sammelten etwa 3—4 Bienen. Der Beflug des bespritzten Senfs stieg danach rasch an. 3 ruhig am Gitter sitzende Bienen wurden eingefangen. Am Nachmittag war eine von ihnen eingegangen, die anderen lebten noch weiter. 10.25 Uhr sammelten 11 Bienen, 12.15 Uhr etwa 30—40 Bienen. Auch am Nachmittag herrschte guter Blütenbesuch.

Ergebnis: Bei Anwendung eines handelsüblichen Derrisspritzmittels in üblicher Konzentration nahmen die Bienen kaum einen sichtlichen Schaden. Stockbienen und Brut sowohl wie der Stock in seiner Gesamtheit blieben völlig von dem Gift unberührt.

5. Wiederholung des Versuchs.

Am 7. Juni 1935 sammelten bei heiterem, warmem Wetter 8.50 Uhr etwa 30—40 Bienen. In diesem Augenblick erfolgte eine Spritzung mit dem im vorhergehenden Versuch verwendeten Spritzmittel in der gleichen (üblichen) Konzentration, ohne Zusatz eines besonderen Netzmittels. Die bespritzten Bienen setzten sich zum Teil unter die Blüten, zum Teil an das Gitter des Käfigs, zum Teil flogen sie in den Stock. Die an den Blüten und am Gitter sitzenden Bienen putzten sich. Ein Teil derselben wurde eingefangen und im Labor beobachtet. Sie blieben gesund. 9.11 Uhr sammelten 3 Bienen. 9.32 Uhr sammelten 5 Bienen. Der Beflug nahm immer mehr zu, bis 11.30 Uhr etwa 25 Bienen sammelten. 1½ Stunde später besuchten nur noch 15 Bienen den Senf. 2 Bienen lagen tot am Boden, sie schienen unter Vergiftungserscheinungen eingegangen zu sein.

Ergebnis: Nur geringe Vergiftungserscheinungen machten sich bei einzelnen Sammelbienen bemerkbar, 2 Bienen gingen ein. Im übrigen nahm das Versuchsvolk durch die Bespritzung keinen Schaden, obwohl zahlreiche Bienen benetzt worden waren.

bb) Versuche in erhöhter Konzentration.

1. Versuch ohne Netzmittel.

Am 10. Juni 1937 war es heiter und warm. Als 11.15 Uhr etwa 20—25 Bienen sammelten, erfolgte eine Bespritzung des etwa 88 qm großen Senfbeetes mit dem Derrisspritzmittel in 10fach verstärkter Konzentration (Rotenongehalt der Spritzbrühe 0,2 %). Eine starke Giftwirkung war deutlich. Eine Anzahl bespritzter Bienen saß am Drahtgeflecht des Käfigs, ein Teil am Flugloch und putzte sich. Die letztgenannten krochen schließlich in den Stock. Nach der Bespritzung flogen keine Bienen mehr. 6 am Gitter sitzende Bienen wurden eingefangen. Nach ¾ Stunden sammelten wieder 3 Bienen. Der Beflug nahm dann weiter zu, so daß 2 Stunden nach der Bespritzung wieder 12 Bienen den Senf besuchten. Am Abend war eine der eingegangenen Bienen tot, die übrigen waren gesund geblieben.

Ergebnis: Eine 10fach verstärkte Konzentration eines gebräuchlichen derrishaltigen Spritzmittels (Rotenongehalt 0,2 %) vermochte an den zahlreich sammelnden Bienen kaum einen Schaden hervorzurufen. Nur eine Biene ging ein. Andere zeigten zwar leichte Vergiftungserscheinungen, erholten sich jedoch wieder.

2. Versuch mit Netzmittel.

Am 11. August 1937 war es heiter und warm. 10.35 Uhr sammelten etwa 7 Bienen. Darauf erfolgte eine Bespritzung mit dem Rotenonspritzmittel in 10fach verstärkter Konzentration + 0,15 % Ölschmierseife als Netzmittel. Die Wirkung der Bespritzung war sofort sichtbar. Sammelbienen, die an den Höschen kenntlich waren, schwirrten an der Decke des Käfigs und auf dem Erdboden herum. 10.45 Uhr lagen 3 Bienen schwer gelähmt auf dem Erdboden. Ihr Schicksal konnte nicht weiter verfolgt werden, es ist wahrscheinlich, daß sie eingegangen sind. 25 Minuten nach der Bespritzung sammelte keine Biene mehr. 2—3 Bienen schwirrten an der Decke des Käfigs herum. 11.30 Uhr saßen am Gitter 4 Bienen, die sich zum Teil putzten. Sie wurden in den Stock gesetzt.

Ergebnis: Eine 10fach erhöhte Derriskonzentration (Rotenongehalt 0,2 %) mit einem Zusatz von 0,15 % Ölschmierseife als Netzmittel erzeugte an den bespritzten Bienen deutlich Vergiftungserscheinungen, die wahrscheinlich zum Tode einiger Sammlerinnen führte. Stockbienen und Brut erlitten jedoch keine Schädigung. Der Stock in seiner Gesamtheit nahm ebenfalls keinerlei Schaden.

3. Versuch mit Netzmittel (Wiederholung).

Am 1. September 1937 11 Uhr besuchten bei heiterem, warmem Wetter etwa 20 Bienen den Senf. Als darauf eine Bespritzung mit 1 l Derrisspritzmittel in 10fach üblicher Konzentration mit einem Zusatz von 0,15 % Ölschmierseife in destilliertem Wasser erfolgte, stellten die Bienen ihre Sammeltätigkeit ein. Die meisten bespritzten Bienen flogen ins Völkchen zurück, wo sie an den Pollenhöschen kenntlich waren. Sie zeigten keine besonderen Vergiftungserscheinungen. 3 am Gitter sitzende Bienen wurden eingefangen und beobachtet. Auch an ihnen waren keine Vergiftungserscheinungen festzustellen. 11.50 Uhr sammelten 8 Bienen. 13.30 Uhr besuchten etwa 12 Bienen den Senf, der teilweise welkte und Verbrennungserscheinungen aufwies.

Ergebnis: Eine 10fach verstärkte Derriskonzentration mit einem Zusatz von Seife als Netzmittel ergab in diesem Falle keine sichtlichen Schädigungen von Sammelbienen, Stockbienen und Brut.

Gesamtergebnis der Versuche mit Rotenon als Spritzmittel:

Bei Anwendung üblicher Derrisspritzmittel in den gebräuchlichen Konzentrationen bis zu 0,02 % Rotenon nahmen die Sammelbienen kaum einen sichtlichen Schaden. Nur sehr wenige gingen an Vergiftungserscheinungen ein. Eine Verstärkung der Konzentration der Spritzbrühe auf das 10fache (0,2 % Rotenon) wirkte sich auch erst dann deutlich schädigend aus, als ihr Ölschmierseife als Netzmittel zugesetzt wurde. Stockbienen und Brut sowohl wie das Volk in seiner Gesamtheit blieben jedoch davon unberührt.

D. Großversuche mit Derris.

Großversuche mit Derris an Bienen sind noch wenig angestellt worden. Filmer (6) berichtet von einem Fall von Bienenvergiftung im Freiland, der zunächst auf Arsen zurückgeführt wurde, bei näherer Untersuchung aber der Anwendung eines Derrisstaubmittels zugeschrieben werden mußte. Felder, die mit der Limabohne *(Phaseolus lunatus)*, einer guten Honigpflanze, bestellt waren, wurden kurz vor dem Aufblühen der Bohnen in den späten Abend- und frühen Morgenstunden vom Flugzeug aus bestäubt. Der Staub enthielt 0,75% Rotenon, 20—25 % Schwefel und ungefähr 15% Kupfer. 37 Völker gingen bis auf eine Königin und eine Handvoll Bienen ein. Arsen wurde in der betreffenden Gegend nicht verstäubt. Auch enthielten die vergifteten Bienen kein Arsen. Es starben sowohl Sammlerinnen, wie junge, brutpflegende Bienen. Der Verfasser vermutet, daß der Nektar vergiftet wurde. Auf die Frage, ob der Gehalt des Staubmittels an Schwefel und Kupfer nicht ebenfalls für die Bienenvergiftung verantwortlich zu machen ist, geht der Verfasser nicht ein. Nach Gerard (7) verursachte die Bestäubung von blühenden Himbeeren mit Derrisstaub starke Bienenverluste. Selbst die Brut starb ab.

Ziel der Großversuche war, einen Eindruck von der Wirksamkeit der Mittel auf die Bienen im praktischen Fall zu bekommen. Die Versuche wurden an Feldern mit blühender Phazelia *(Phacelia tanacetifolia* Benth.) und blühendem Senf *(Sinapis arvensis* L.) durchgeführt, von denen besonders das Phazeliafeld außerordentlich stark von den Bienen besucht wurde. Am Rand der Versuchsfelder stand ein Versuchsvolk, 2 Bienenstände befanden sich in einer Entfernung von etwa 600 m. Letzte wurden in den Versuch mit einbezogen. Daß die Bienen der Versuchsvölker das Phazeliafeld besuchten, ging daraus hervor, daß sie blau gefärbten Pollen in den Stock eintrugen. Nach den Ergebnissen der vorhergehenden Kleinversuche genügte eine beschränkte Anzahl von Großversuchen, um das bisher gewonnene Bild über die Wirkung von Derris auf die Bienen zu vervollständigen.

a) Derris als Staubmittel.

1. Versuch an Senf.

Am 21. September 1935 vormittags herrschte bei heiterem, windstillem Wetter außerordentlich guter Beflug des 2500 qm großen Senffeldes. Von 10 bis 11 Uhr wurde dasselbe teilweise stark, teilweise schwach mit einem gebräuchlichen Derrisstaubmittel (Rotenongehalt 1,75%) bestäubt. Die abschreckende Wirkung des Pulvers war nur gering. Anfangs ließen sich die Bienen kaum stören, später blieben sie indessen mehr aus. Aber auch um 11 Uhr herrschte noch verhältnismäßig starker Betrieb. Die bestäubten Bienen zeigten keinerlei Vergiftungserscheinungen.

Ergebnis: Eine Schädigung der bei der Bestäubung getroffenen Sammelbienen war nicht zu bemerken. Das am Rande des Versuchsfeldes aufgestellte Bienenvolk litt nicht im mindesten unter der Bestäubung, ebensowenig die Völker der benachbarten Bienenstände.

2. Versuch an Phazelia.

Am 20. Juli 1937 vormittags wurden bei zunächst bedecktem Himmel, später, eine halbe Stunde nach Beginn, bei heiterem, heißem Wetter mit 2 Rücken-

verstäubern 4500 qm in Blüte stehender Phazelia mit 15 kg eines Derrisstaubmittels eingestäubt. Die Bestäubung der stark besuchten Bienennährpflanze erfolgte teils schwach, teils sehr stark. Viele Bienen wurden über und über mit Staub bedeckt. Die bestäubten Bienen, auch die stark bestäubten, ließen sich indessen im Sammelgeschäft kaum stören. Vergiftungserscheinungen an Bienen wurden im Felde trotz eifrigen Suchens nicht festgestellt. Allerdings konnte am Bienenstock in einem Fall eine Biene beobachtet werden, die, obwohl sie keinen Staub aufwies, unregelmäßig vor dem Flugloch herumflog. Ob sie durch das Schädlingsbekämpfungsmittel in Mitleidenschaft gezogen war, blieb unklar. Der Totenfall vor einem der benachbarten Bienenstände betrug an diesen Tagen:

19. Juli: 112, 20. und 21. Juli: 156, 22. Juli: 163, 23. Juli: 82, 24. Juli: 228, 25. Juli: 48.

Diese Schwankungen des täglichen Totenfalls hielten sich in den üblichen Grenzen. Von einem auffälligen Bienensterben in dieser Zeit kann somit keine Rede sein.

Ergebnis: Bei einer praktischen Bestäubung von an Bienennährpflanzen sammelnden Bienen mit einem gebräuchlichen Derrisstaubmittel (Rotenongehalt 1,75 %) waren keine Bienenschädigungen feststellbar.

b) Derris als Spritzmittel.

Versuch.

Am 22. Juli 1937 vormittags herrschte stark windiges, jedoch sonniges Wetter. Der Beflug des 6200 qm großen blühenden Phazeliafeldes war befriedigend. Es wurde mit einem Derrisspritzmittel in vorgeschriebener Verdünnung mit 0,02 % Rotenon und in der doppelt üblichen Konzentration mit 0,04 % Rotenon und in der doppelt üblichen Konzentration mit 0.04 % Rotenon gespritzt. Zur Erhöhung der Haftfähigkeit wurde der Spritzbrühe 0,15 % Ölschmierseife zugesetzt. Die Bespritzung erfolgte am Vormittag von 10.45 bis 11.15 Uhr und am Nachmittag von 13.20—14.30 Uhr, wo die Phazelia in gleicher Weise besucht wurde. Die bespritzten Bienen flogen weg, setzten sich auf benachbarte Pflanzen und putzten sich. Zunächst erfolgte eine leichte, dann eine kräftige Bespritzung. Bespritzte Blüten wurden anfangs gemieden, doch gleich nach dem Antrocknen wieder in normaler Weise besucht. Vergiftungserscheinungen ließen sich an den Bienen nicht feststellen. Weder am Versuchsvolk noch am Bienenstande waren Anzeichen von Bienenvergiftungen wahrzunehmen.

Ergebnis: Weder bei Anwendung von Derris als Spritzmittel in der üblichen Konzentration noch in der doppelt gebräuchlichen Stärke traten Vergiftungserscheinungen an Bienen auf. An den Versuchsbienenstöcken war keinerlei Bienenverlust festzustellen.

E. Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Das aus den Wurzeln von *Derris elliptica* gewonnene Insektizid Derris mit dem hauptsächlich wirksamen Bestandteil Rotenon wirkt auf die Bienen sowohl als Darm- wie als Berührungsgift, nicht aber als Atemgift. In beiden Fällen wird die Giftwirkung nur wenig von der Temperatur beeinflußt. Die Dosis letalis minima liegt für reines Rotenon in 0,2proz Konzentration je nach Individuum zwischen 0,5 und über 11 γ. Die mittlere Dosis letalis ist mit etwa 3 γ Rotenon anzusetzen. 0,6 bzw. 1,7 γ Rotenon sind erforderlich, um 25—33,3 % der

Versuchsbienen bei den Umgebungstemperaturen 20° und 34,5° C abzutöten. Derrisextrakte sind trotz gleichen Rotenongehalts wirksamer. Die Dosis letalis minima schwankt hier zwischen etwa 0,5 und 5,6 γ Rotenon. Als mittlere Dosis letalis kann etwa 2,2 γ gelten. 25—33,3 % der Versuchsbienen gehen bei etwa 1,1 γ Rotenon innerhalb von 3 Tagen ein. Unter Verwertung der Ergebnisse früherer Untersuchungen läßt sich somit folgende Reihenfolge in der Giftigkeit von Pflanzenschutzmitteln für die Bienen aufstellen:

(Die Zahlen geben die geringste tödliche Menge für 25—33,3 % der Versuchsbienen an.)

Pyrethrin bei 20° C . .	0,03 γ	Pyrethrin I + II
Arsen	0,25 γ	As_2O_3 = 0,19 γ met. As (n. Himmer)
Pyrethrin bei 34,5° C . .	0,3 γ	Pyrethrin I + II
Rotenon bei 20° C . . .	0,6 γ	Rotenon-reinst
Derrisextrakt bei 34,5° C	1,0—1,1 γ	Rotenon
Rotenon bei 34,5° C . .	1,7 γ	Rotenon-reinst
Kupfervitriol	10 γ	$CuSO_4 . 5 H_2O$ = 3 γ met. Cu
Eisenvitriol	51 γ	$FeSO_4 . 7 H_2O$ = 10 γ met. Fe
Nikotin	etwa 60 γ	Nikotin-reinst

2. Die Ergebnisse mit Derris als Berührungsgift sind nicht ganz einheitlich. Die Absterbeziffern liegen bei Verwendung von Suspensionen von Rotenon-reinst ebenfalls tiefer als bei solchen von Derrisextrakt trotz gleichen Rotenongehalts. So sind bei einem Derrisextrakt, der in der Schädlingsbekämpfung verwendet wird, die geringsten tödlichen Konzentrationen zwischen etwa 0,02 und über 0,2 % anzusetzen. Bei einer Konzentration von 0,07—0,1 % gingen 25 bis 33,3 % der Versuchstiere ein. Bei einem anderen Präparat ergaben sich etwas niedrigere Werte. Eine Abhängigkeit der Giftigkeit von der Temperatur war nicht mit Sicherheit festzustellen. Reines Rotenon zeigte zudem bei Anwendung in verschiedenen Konzentrationen keine deutlichen Unterschiede. Sowohl 0,02proz. wie 0,1proz. Suspensionen töteten bei 34,5° C etwa 50 % der Versuchsbienen ab. Diese Erscheinung mag auf die in beiden Fällen wahrscheinlich ähnlichen Suspensions- und Lösungsverhältnisse zurückzuführen sein.

Hinsichtlich der Berührungsgiftwirkung läßt sich Rotenon demnach wie folgt einreihen:

(Die Zahlen geben die geringsten tödlichen Konzentrationen für 25—33,3 % der Versuchsbienen an.)

Pyrethrum bei 20° C . .	0,0004 %	Pyrethrin I + II (+ Netzmittel)
Pyrethrum bei 34,5° C . .	0,0015 %	Pyrethrin I + II (+ Netzmittel)
Derris	0,02—0,07—0,1 %	Rotenon (je nach Art des Präparats ohne und mit Netzmittel)
Nikotin bei 34,5° C . . .	0,05 %	Nikotin-reinst (+ Netzmittel)
Nikotin bei 20° C	0,3 %	Nikotin-reinst (+ Netzmittel)

Tabelle.

Rotenon als Berührungsgift bei verschiedenen Temperaturen.

Rotenongehalt der Lösung	Umgebungstemperatur C	Von 50 Bienen tot nach							Von 50 Bienen tot nach							Von 50 Bienen tot nach						
		3 Tagen	Halbtagen 1	2	3	4	5	6	3 Tagen	Halbtagen 1	2	3	4	5	6	3 Tagen	Halbtagen 1	2	3	4	5	6
0,02 %	20°	40	8	5	9	8	8	2	36	13	1	6	5	8	3	37	8	2	7	8	7	5
		(21)	(1	0	6	6	5	3)	(18)	(0	0	6	1	8	3)	(24)	(0	0	6	3	10	5)
	34,5°	31	21	2	3	0	1	4	22	15	3	2	0	1	1	26	14	2	5	2	0	3
		(4)	(0	0	2	0	2	0)	(2)	(0	0	0	0	1	1)	(4)	(1	0	0	1	1	1)
0,1 %	20°	39	3	5	12	9	6	4	29	3	3	12	4	4	3	30	10	2	4	2	9	3
		(7)	(0	0	1	1	1	4)	(7)	(2	2	2	1	0	0)	(7)	(1	1	1	1	2	1)
	34.5°	32	20	1	4	1	2	4	25	11	4	4	0	4	2	16	9	2	1	4	0	0
		(1)	(0	1	0	0	0	0)	(3)	(0	0	0	3	0	0)	(2)	(0	1	1	0	0	0)
0,5 %	20°	44	10	12	7	8	2	5	46	14	11	15	2	4	0	40	8	9	10	6	6	1
		(20)	(0	3	3	1	7	6)	(18)	(2	2	1	4	4	5)	(17)	(3	0	4	1	4	5)
	34,5°	43	16	10	11	3	2	1	42	19	6	7	8	2	0	40	19	4	8	3	6	0
		(1)	(0	0	1	0	0	0)	(1)	(0	0	1	2	1	0)	(0)	(0	0	0	0	0	0)

Die Versuche wurden mit je 50 Bienen in 3 Wiederholungen durchgeführt. Die in Klammern gesetzten kleingedruckten Ziffern geben die Zahl der Toten bei den unbehandelten Bienen an.

3. Von Bienen, die mit der in der Schädlingsbekämpfung üblichen Derriskonzentration von 0,02 % Rotenon bespritzt und in den Stockverband zurückgebracht wurden, nahmen nur wenige ernstlichen Schaden.

4. Kleinversuche ergaben die praktische Ungefährlichkeit von Derris im Freiland. Konzentrationen bis 0,02 % Rotenon in Spritzmitteln und 1,75 % in Staubmitteln bewirkten keine ernstliche Bienenschädigung. Stockbienen und Brut blieben stets ungefährdet. Aber auch an Sammelbienen traten nur geringe, kaum wahrnehmbare Schäden auf. Selbst wenn die Konzentration der Spritzbrühe auf 0,2 % (d. h. das 10fache der gebräuchlichen Rotenonkonzentration) erhöht wurde, gingen nur verhältnismäßig wenige Flugbienen ein.

5. Großversuche auf dem Felde an von zahlreichen Bienen besuchten Bienennährpflanzen bestätigten die Befunde der Kleinversuche. Anwendung eines Derrisstaubmittels (Rotenongehalt 1,75 %) und Derrisspritzmittels in gebräuchlicher und doppelter Konzentration (Rotenongehalt 0,02 % bzw. 0,04 %) brachten keine sichtliche Schädigung der davon betroffenen Bienen. Die Versuchsvölker sowohl wie die Völker der benachbarten Stände blieben ungefährdet.

Somit ist erwiesen, daß die Anwendung von Derris als Staub- und Spritzmittel mit einem Rotenongehalt bis zu 1,75 % bzw. 0,04 % keine ernstliche Gefahr für die Bienen bedeutet.

Literatur.

1. Böttcher, F. K., Untersuchungen über den Einfluß von Pflanzenschutzmitteln auf die Bienen. I. Teil: Untersuchungen über den Einfluß einiger chemischer Hederichbekämpfungsmittel auf die Bienen. Dissertation Erlangen 1935. (S. a. Deutscher Imkerführer **9**, H. 5, S. 154 und H. 10, S. 296, 1935.)
2. — — II. Teil: Die Wirkung des Nicotins auf die Bienen. Die Gartenbauwissenschaft **12**, H. 2, S. 234—262, 1938.
3. — — III. Teil: Die Wirkung von Pyrethrum auf die Bienen. Z. f. angew. Entomologie **25**, S. 419—441, 1938.
4. — — Die Wirkung der chemischen Schädlingsbekämpfung auf die Bienenzucht. Ein Rückblick auf Vergiftungsfälle, wissenschaftliche Untersuchungen und deren Methodik. Anz. f. Schädlingskunde **13**, H. 9, S. 110 und H. 10, S. 121, 1937.
5. Borchert, A.: Untersuchungen über die Wirkung einiger im Pflanzenschutz gebräuchlichen Stäube- und Spritzmittel bei Bienen. Deutscher Imkerführer **8**, H. 1, S. 13, 1934.
6. Filmer, R. S., Poisoning of honeybees by rotenone-derris dusts. J. Econ. Ent. **30**, Nr. 1, S. 75—77, 1937.
7. Gerard, W. J., Bees and derris dust. The bee world **16**, Nr. 11, S. 121.
8. Ginsburg, M. J., und Schmitt, J. B., A comparison between rotenone and pyrethrins as contact insecticides. J. Econ. Ent. **25**, S. 918, 1932.
9. Goetze, G., Zwei neue Methoden zum quantitativen Studium der Giftigkeit von Insektiziden. Anz. f. Schädlingskunde **8**, H. 5, S. 54, 1932.
10. Himmer, A., Der Einfluß von Rauchgasen und Abgasen industrieller Anlagen auf die Bienen. Verhandlg. d. Deutsch. Ges. f. angew. Ent. e. V. auf

der 9. Mitgliederversammlung zu Erlangen vom 1.—4. Oktober 1933, S. 115 bis 129. Berlin 1934.
11. Mc.Indoo, N. E., Sievers, A. F., and Abbot, W. S., Derris as an insecticide. J. Agr. Research **17**, Nr. 5, S. 77, 1919.
12. Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten 6. Bd., 2. Lfg. 1938: Trappmann u. a.: Chemische Bekämpfungsmaßnahmen S. 333 ff.
13. Stellwaag, F., Giftigkeit und Giftwert der Insekticide. II. u. III. Teil: Allgemeine Technik der physiologischen Wertbestimmung. Anz. f. Schädlingskunde **6**, H. 4, S. 37 und H. 6, S. 64, 1934.
14. — — Ersatzstoffe für Arsenmittel? Der Deutsche Weinbau **13**, S. 143, 1934.
15. — — Vorläufige Ergebnisse von Untersuchungen über den Ersatz arsenhaltiger Bekämpfungsmittel im Weinbau. Die Gartenbauwissenschaft **11**, H. 4, S. 537—544, 1938.
16. — — Toxikologische Probleme in der Schädlingsbekämpfung. Angew. Chemie **51**, S. 589, 1938.

Eulecanium bulgariense n. sp., ein Schädling der bulgarischen Ölrosenkulturen aus der Familie der Cocciden.

(14. Mitteilung über Cocciden.)

Von

Hermann Wünn, Kirn a. d. Nahe.

Allgemeines über die bulgarische Ölrosenkultur.

Zu den bekanntesten und wichtigsten Erzeugnissen Bulgariens gehört das Rosenöl. Dieser kostbare Stoff, dem ein ausgiebiger Rosengeruch und ein balsamischer Geschmack eigen ist, wird durch Destillation von Rosenblüten mit Wasserdampf gewonnen. 3000 kg Blütenblätter liefern etwa 1 kg dieses flüchtigen, ätherischen Öles von gelblicher Farbe. Verwendung findet das Öl bei der Herstellung wohlriechender Wasser und zum Parfümieren von Salben, Seifen, Likören und Konditorwaren.

Die Hauptorte für den europäischen Handel mit Rosenöl sind die südlich vom Balkan und östlich von der Sredna Gora, im oberen Flußgebiet der Maritza und ihrer links in diese einmündenden Nebenflüsse Strjema und Tundscha gelegenen ostrumelischen Orte Kasanlyk, Philippopel, Ecki Zagra, Tschirpan und Karlowo.

Vorbericht über das Bekanntwerden des Schädlings.

Im März 1927 wurde mir von Herrn Dr. H. Meyer in Höchst-Sindlingen ein Päckchen mit bulgarischen Schildläusen, das ihm von der Landwirtschaftlichen Versuchsstation in Sofia übergeben worden war, zur Begutachtung vorgelegt. Bei der Durchsicht des Materials fiel mir sogleich ein *Lecanium* auf, das von allen mir zu Gesicht gekommenen Arten merklich abwich. Als Nährpflanzen der Coccide war *Centifolia oleifera* angegeben. Am 26. Juni 1927 schickte ich Herrn Dr. Meyer die Sendung zurück, ihm dabei im Begleitbericht mitteilend, daß Nr. 14 der Belegstücke offenbar ein für die europäische Fauna neuer Physokermes sei, dem ich einst-

weilen den Namen *Physokermes bulgariensis* beilegen wolle. Zwei Jahre später, am 19. November 1929 kam Herr P. Tschorbadjieff, Leiter der Entomologischen Abteilung der Landwirtschaftlichen Versuchsstation in Sofia, noch einmal brieflich auf die neue Coccide zurück, von der er inzwischen neues, reichliches Material beschafft hatte, das er mir zu senden versprach. Im Januar 1930 traf das in Aussicht gestellte Material ein. Leider war ich bei seiner Ankunft außerordentlich stark mit Arbeiten anderer Art belastet, so daß ich mich gezwungen sah, das Paketchen einstweilen zurückzulegen. Fast geriet es in Vergessenheit. Währenddessen hatte sich die Schildlaus unter dem von mir ausgegebenen Namen *Physokermes bulgariensis* schon in der Schädlingsliteratur verankert. So findet man bereits in den in bulgarischer Sprache niedergeschriebenen „Mitteilungen der Bulgarischen Entomologischen Gesellschaft" in Sofia, Band V, 1930 und Band VI, 1931, eine eingehende Besprechung über die zunehmende Vermehrung, über die Lebensweise und Bekämpfung dieses Schadinsekts der Rosenkulturen aus der Feder Tschorbadjieffs. Mit Rücksicht auf diese Verhältnisse will ich nicht länger säumen, die noch fehlende Beschreibung der Art bekanntzugeben.

Vorausschicken will ich, daß der Gattungsname *Physokermes,* der bis vor kurzem noch fast für alle Lecanien mit nahezu kugelförmiger Gestalt angewendet worden ist, außer Gebrauch gesetzt und durch den Cockerellschen Genusnamen *Eulecanium* ersetzt worden ist. Demgemäß hat die Coccide den Namen *Eulecanium bulgariense* zu führen.

Beschreibung der neuen Schildlaus.

Erwachsenes Weibchen.

Gestalt: Stark gewölbt, fast kugelig, so breit als lang, die Sohle kleiner als der größte Körperumfang.

Struktur der Rückenhaut: Von der Aftergegend ausgehend auf jeder Rückenhälfte je zwei Reihen eingedrückter Punkte, die von hinten nach vorn über die Rückenhaut ziehen; die beiden mittleren Reihen aus weitläufigen, grübchenartigen, die beiden äußeren Reihen aus feineren, dichter stehenden Punkten gebildet. Zwischen den Punktreihen fünf mehr oder weniger deutliche, nach vorn zu divergierende, rippenartige Leisten, deren mittelste meist schmal ist, während die beiden anderen nach vorn breiter werden. Alle Punktreihen und Rippen erlöschen, nachdem sie die Körpermitte nach vorn zu überschritten haben, oder werden doch undeutlicher. Die Seiten des Körpers sind hoch hinauf grob punktiert, der äußerste Rand abgesetzt, schmal nach außen umgebogen und sehr fein punktiert. Die Seitenränder des Einschnitts am Hinterende des Körpers sind steil aufgerichtet, teilweise breit auseinanderklaffend, die Umgebung ist stark gerunzelt und punktiert.

Färbung: Hellorange bis bräunlichgelb.

Über den Rücken läuft der Länge nach ein schmales schwarzes oder schwarzbraunes, vorn und hinten nicht völlig durchgehendes Band mit verwaschen rötlichvioletten Rändern. Bei manchen Exemplaren löst sich dieses dunklere Rückenband in zwei streckenweise nebeneinander herlaufende Streifen auf. Vom Rückenband leiterartig rechtwinklig abzweigend etwa fünf braunviolette, zum Körperrand ziehende Querbänder. Umgebung des Einschnitts am Hinterende meist bräunlich.

Fühler und Beine bei den mir vorliegenden Exemplaren nicht vorhanden

Körpergröße: a) Kräftiger entwickelte ♀:
Länge bis zu 7 mm,
Breite bis zu 6 mm,
Höhe bis zu 6 mm.
b) Kleinere, verkümmerte ♀:
Länge bis zu $1^3/_4$ mm,
Breite bis zu $1^1/_2$ mm,
Höhe bis zu $1^1/_2$ mm.

Erwachsenes Männchen.

Kopf dreieckig, mit vier schwarzen, kugelförmigen Augen.

Körper gestreckt, sich nach hinten zu verjüngend, bräunlich. *Apodema* mit glänzendem Querband.

Beine zimmetrot, gelblich behaart.

Fühler zehngliedrig, gelblich, lang weißlich behaart.

Flügel sehr lang, weißlich, gekörnt punktiert, bei seitlich auffallendem Licht irisierend, mit 2 hell rostfarbenen Adern; in der Ruhelage flach übereinander gelegt.

Körperende mit 2 weißen langen Wachsfortsätzen, rechts und links von der Rute angeordnet. Jeder der Wachsfortsätze über doppelt so lang als der Körper.

Rute sehr lang, etwa halb so lang als der Körper, vom Grunde her sich etwas konisch verjüngend, dann pfriemenförmig, am Ende etwas kolbig verdickt und nach unten gebogen.

Körpergröße des ♂: Länge: $^9/_{10}$ mm, Breite: $^1/_2$ mm.
Länge der Flügel: $1^1/_2$ mm,
Länge der Rute: 1 mm,
Länge der Wachsfortsätze: $2^1/_4$ mm.

Wachsstülpe: Die Männchen machen ihre Entwicklung zum III., IV. und V. Stadium, d. h. zur Vorpuppe (Propupa), Puppe (Pupa) und zum geflügelten Insekt unter einer von der Larve des II. Stadiums verfertigten, durchsichtigen, weißen Wachshaut durch. Diese Wachshaut, die keinen Boden besitzt, nenne ich „Wachsstülpe"; sie überdeckt lediglich die oberen Teile der Stadien III, IV und V des ♂. Die Oberfläche der Stülpen sind mit Nähten versehen, die, wie es scheint, bei den einzelnen Lecanienarten je in verschiedener Anordnung verlaufen.

Die Wachsstülpe des ♂ von *Eulecanium bulgariense* zeigt folgende charakteristischen Merkmale:

Die Oberseite ist mit einem rechteckigen Mittelfeld, das jederseits von einer langen seitlichen Mittelnaht und einer vorderen und hinteren Quernaht begrenzt wird, versehen. An die Eckpunkte der hinteren Quernaht lehnt sich auf jeder Körperhälfte eine bis zum Seitenrand der Stülpe durchführende hintere Seitennaht an. Die sonst bei anderen Lecanienarten vorhindenen vorderen Seitennähte und die Vorafternähte vermochte ich nicht wahrzunehmen. Sie scheinen bei *Eulecanium bulgariense* zu fehlen.

* * *

Über die sonstigen Verhältnisse der Schildlaus, wie Nährpflanzen, Schaden, Lebensweise, Verbreitung, Bekämpfungsmittel und die natürlichen Feinde, finden wir in den „Mitteilungen der Bulgarischen Entomologischen Gesellschaft in Sofia", Band V, 1930, auf den Seiten 72 und 73 unter dem Titel „Bemerkungen über einige schädliche Insekten auf den Kulturpflanzen in Bulgarien während der Jahre 1928/29" einen sehr anschaulichen und lehrreichen, in bulgarischer Sprache niedergeschriebenen Bericht von P. Tschorbadjieff, dem Leiter der Entomologischen Abteilung der landwirtschaftlichen Versuchsstation in Sofia. Der Liebenswürdigkeit eines jungen sprachgewandten Bulgaren verdanke ich eine Übersetzung. Sie hat folgenden Wortlaut: „*Physokermes* sp. — Die Schildlaus der Ölrosen in der Umgebung von Karlowo war in den letzten beiden Jahren häufig anzutreffen. Sie scheint ihr Verbreitungsgebiet zu vergrößern. Bis jetzt ist sie in den Dörfern Dirilii, Gorno-Köseler, Obtschelare, Rachmanlare, Iganowo, Gillece, Woinjagowo, Arschichlare und Klisura in der Karlower Gegend und im Dorfe Turia in der Kasanliker Gegend aufgetreten. Von allen Dörfern der Karlower Gegend ist sie am meisten in den Dörfern Dirilii und Gorno-Köseler anzutreffen. An Hand unserer Nachforschungen im laufenden Jahre ist über das Leben der Laus folgendes zu sagen: Sie verbringt den Winter als Larve, unbeweglich an ein- oder zweijährigen Ästen festsitzend, und beginnt ihre Saugtätigkeit an der Rinde mit dem Wärmerwerden des Wetters im Frühjahr. Nicht nur, daß die Weiterentwicklung der befallenen Äste gehemmt wird, wird auch das Neuwachstum der Sträucher im allgemeinen niedergehalten und damit der Gewinn, den man zu erzielen hofft, verringert. Infolge dieser Hemmungen werden die befallenen Pflanzen allmählich dürr und trocknen in 3—4 Jahren vollständig aus. Die geflügelten Männchen erscheinen in der zweiten Hälfte des Monats April. Während der zweiten Hälfte des Monats Juni (vom 15. Juni ab) erreichen die Weibchen den Höhepunkt ihrer Entwicklung und beginnen Eier zu legen. Die Larven schlüpfen baldigst aus und verbreiten sich über die Äste der Nährpflanze, an der sie sich passende Anheftungsstellen suchen. Eine Steigerung der Larvenbewegung bemerkt man in größtem Ausmaße zwischen dem

25. Juni bis 5. Juli; nachher nimmt sie ab, bis sie gegen den 15. Juli hin vollständig aufhört. Die Larven saugen sich meist an den innersten und tiefgelegenen Ästen fest, ein Umstand, der die Bekämpfung der Schädlinge sehr erschwert. Die Tiere sind nicht gleichmäßig auf die Zweige verteilt, sondern lieben es, an einzelnen Stellen sich gesellig anzusiedeln. An den gewählten Anheftungsstellen verharren sie bis zum nächsten Frühjahr. Sobald sie von unerwünschten Zuständen gestört werden, können sie auch ihren bisherigen Anheftungsort wechseln. Es ist beobachtet worden, daß die Laus häufiger in den trockeneren und höhergelegenen Orten anzutreffen ist als in den tiefergelegenen und feuchten. In jedem der von der Coccide heimgesuchten Dörfer begegnet man ihr nur auf Rosen gewisser Ortslagen, nicht aber ist sie in der Gemarkung allgemein verbreitet. Auch ist festgestellt worden, daß die Laus in gewissen Gärten nicht die unmittelbar nächstliegenden Rosen befällt, sondern daß weit auseinander stockende Sträucher angegriffen worden sind. Es wurden Rosen beobachtet, an denen das Vorkommen der Coccide seit zwei Jahren festgestellt worden ist, ohne ringsumher stehende Sträucher angesteckt zu haben, ein Umstand, der dafür spricht, daß die Coccidenarten sich nicht so leicht vermehrt. Außer an den Rosen konnten wir trotz unseres Suchens die Laus an anderen Pflanzen nicht entdecken. Allem Anschein nach ist sie nur ein örtlicher Schädling der Rosen. Nach Angaben der Ortsbewohner ist diese Laus als ernster Schädling der Rosen seit 4—5 Jahren zu bemerken, obwohl die Bewohner sie seit 17 Jahren kennen. Auf alle Fälle erscheint sie als einer der gefährlichsten Schädlinge für die Ölrosen in den genannten Dörfern. Es ist ihr gründliches Erforschen erforderlich. Als Kampfmittel gegen sie benutzen die Bewohner:

1. Aus- bzw. Wegschneiden der befallenen Äste.
2. Das Beseitigen der Läuse mit Lumpen (Fetzen).

Das erste Mittel wird immer angewendet, sobald die Läuse bemerkt werden. Durch das Verfahren wird zwar ein gewisser Erfolg erzielt, aber das Mittel wirkt sich unvorteilhaft für die Entwicklung der Rosen aus. Ratsamer wäre es, mehr der Lebensweise des Tieres Rechnung zu tragen, die befallenen Äste vor der Eiablage und dem Auskriechen der Larven auszuschneiden, d. h. in der ersten Hälfte des Monats Juni, gleich nachdem die Blüten gepflückt worden sind. Um diese Zeit verraten die gut wahrnehmbaren erwachsenen weiblichen Schildläuse den Ausgangsort der Larven am deutlichsten.

Das zweite Kampfmittel ist schwer anzuwenden und das Verfahren auch nicht leicht durchzuführen. Infolge der Dornen kann man die Schildläuse nicht restlos beseitigen.

Bessere Bekämpfungsmittel wären die chemischen. Versuche mit solchen sind schon angestellt, die Ergebnisse aber noch nicht endgültig bestimmt worden."

Dieses der Bericht Tschorbadjieffs im Band V, 1930, der Mitteilungen der Bulgarischen Entomologischen Gesellschaft in Sofia.

Im Band VI, 1931, derselben Zeitschrift macht der erwähnte Verfasser noch weitere Angaben, deren Wortlaut, nachdem er mir auf meine Bitte hin vom Königlichen Bulgarischen Generalkonsulat in Köln ins Deutsche übersetzt worden ist, folgendermaßen lautet:

„*Physokermes sp.* (*bulgariensis* ? =). Zu der Mitteilung über die Verbreitung und das Leben dieser Laus (P. Tschorbadjieff, Seite 72 und 73, 1930) wurde auch folgendes festgestellt. Außer in ihren bekannten Fundstätten im Kreis von Karlowo und im Dorf Turia, Kreis Kasanlik, wurde sie in diesem Jahre auch an den Rosen bei dem Dorf Tschechlare, Kreis Tschepino, festgestellt. In der letzteren Fundstätte ist die Laus gemäßigt auf der weißen und roten Rose verbreitet. Befallen war sie dort von der Larve von *Anthribus fasciatus* Forst. (*Coleopt., Anthribide*). Die Larve dieses Käferchens dringt ein unter dem Schild der Läuse, ernährt sich von deren Körperinhalt und verpuppt sich an derselben Stelle. Bei dem Dorfe Direli, Kreis Karlowo, fand man einen sehr kleinen Parasit aus der Gruppe der *Chalcididen*, der in der Larve der Laus lebt. Seine erwachsene Form erscheint in der zweiten Hälfte des Monats März, indem sie den Schild durchbohrt und heraustritt.

Von den geprüften verschiedenen Mitteln gegen die Coccide, erwiesen sich als bestes die verschiedenen Karbolineen, mit welchen die Rosen während der nicht vegetativen Periode des Jahres und nach vollem Abfall der Blätter gespritzt werden müssen. Vor dem Spritzen ist es nötig, die Sträucher von allen schwachen und abgestorbenen Zweigen, welche die regelrechte Durchführung dieser Arbeit behindern, zu befreien."

Neue Literatur.

Eingesandt von Juli bis 31. Dezember 1938.

Abraham, R., Mermithiden als Parasiten des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say). — Z. Pflzkrkh. u. Pflzschtz. **48**, 1938.

Abraham, R., Die Entwicklung der Kartoffelbekämpfung in Deutschland. — Ebenda 1938.

Abraham, R., Kartoffelkäferlarven auf Tomaten. — Arb. phys. u. angew. Entomol. Berlin-Dahlem **5**, 1938.

Abraham, R., Bericht über die Kartoffelkäfer-Bekämpfung im Jahre 1937. — Vorträge geh. Tagung des Dtsch. Pflanzenschutzdienstes in Berlin-Dahlem am 11. Febr. 1938.

Abraham, R., u. **Abraham, G.,** Wanzen an Obstbäumen. Mitteilg. V. Auftreten u. Bekämpfung von *Plesiocoris rugicollis* Fall. (*Hemipt.-Heteropt.*) an der Niederelbe. — Z. Pflzkrkh. u. Pflzschtz. **48**, 1938.

Agricultural News Lettes. Issued by Public Relations Department, E. J. du Pont de Nemours & Co., Wilmington, Del. **6**, No. 8—12, 1938.

Arndt, W., siehe „Die Rohstoffe" usw.

Becker, G., Zur Ernährungsphysiologie der Hausbockkäfer-Larven (*Hylotrupes bajulus* L.). — Die Naturwissenschaften **26**, 1938.

Berr, A., Ökologie u. Massenvermehrung von tierischen Schädlingen. — Deutsche Landw. Presse **65**, 1938.

Biologische Reichsanstalt. — Vorträge der Pflanzenschutztagung der Biologischen Reichsanstalt am 10. Febr. 1938. — Mitt. Biol. Reichanst. Heft 58, 1938.

Bliss, C. I., The Determination of the Dosage-Mortality Curve from Smal Numbers. — Quart. Journ. of Pharm. and Pharmakol. **11**. London 1938.

Blunck, H., u. **Kaufmann, O.,** Die Rübenfliege u. ihre Bekämpfung. — Biol. Reichsanst. Flugbl. Nr. 117, 1938.

Bockowska, Maria, Próby zwalczania plaszczyńca burakowego *Piesma quadrata* Fieb. grzbem owadożernym. (Essais de destructions de la punaise de betterave, *Piesma quadrata* Fieb., par une champignon entomophage. — Roc. Ochr. Rośl. **5**, 1938.

Brauns, A., Die „Pflöckchen" der Anthomyiden (*Diptera*). — Zool. Anz. **121**, 1938.

Brauns, A., Flügelrudimente der Dipterengattung *Chionca* Dalm. (Fam. *Limnobiidae*). — Ebenda.

Brauns, A., Die Flügelrückbildung bei der Strandfliege *Conioscinella brachyptera* Zett. (*Diptera; Chloropidae*) u. die Beziehungen zur Ausbildung der Flügelsinneskuppeln. — Ebenda.

Brauns, A., Die Chloropide *Conioscinella brachyptera* Zett. (*Diptera*) in den Binnendünen bei Brammerau. Schrift. Nat. Ver. Schleswig-Holstein **22**, 1937.

Britton, W. E., siehe Connecticut.

Campbell, T. G., Recent Investigations on the Buffalo Fly (*Lyperosia exigua* de Meijere) and its Parasites in North Australia. — Journ. Counc. Scient. and Industr. Res. **11**, 1938.

Clausen, René, Untersuchungen über den männlichen Copulationsapparat der Ameisen, speziell der Formicinen. — Mitt. Schweiz. Entom. Ges. **17**, 1938 (114 Seiten u. 51 Textfiguren).

Connecticut State Entomologist. Thirty-Seventh Report 1937. By W. E. Britton. — Conn. Agr. Exp. Stat. Bull. 408. New Haven 1938.

Dänemark. — Plantesygdomme i Danmark 1937. Oversigt samlet ved Statens Plantepatologiske Forsøg. (Plant diseases and pests in Denmark.) — Tidsskr. for Planteavl **43**. Kopenhagen 1938.

Der märkische Naturschutz. Herausgegeben Dr. H. Klose u. Dr. H. Hedicke. Heft 37, 1938.

Die Rohstoffe des Tierreiches. Herausgegeben von F. Pax u. W. Arndt. 14. Lieferung. (Schluß des 1. Bandes.) Kap. X: Zoogene Gesteine, Bau- u. Schottermaterialien. Kap. XI: Düngemittel sowie Kot u. Harn in sonstiger Verwendung. Berlin, Verlag von Gebr. Borntraeger, 1938. Preis (Subskr.) 20 RM., (Einzel) 25 RM.

Die Tierwelt Deutschlands u. der angrenzenden Meeresteile. Begründet von Fr. Dahl, weitergeführt von Maria Dahl u. H. Bischoff. 35. Teil. Flöhe oder *Aphaniptera (Suctoria)*, Läuse oder *Anoplura (Siphunculata)*. Von O. Jancke. Mit 73 Abbildungen im Text. Jena, Gustav Fischer, 1938. Preis br. 7,50 RM.

Donisthorpe, H., New species and varieties of Ants from New Guinea. — An. and Mag. Nat. Hist. Ser. 11, **1**, 1938.

Eckstein, Fritz, Die Mückenbekämpfung im Feld und in der Etappe. Z. f. hygien. Zool. u. Schädlingsbek. 1938.

Eckstein, K., Bohrmehl u. Exkremente forstschädlicher Insekten. — Forschungen u. Fortschritte **14**, 1938.

Eckstein, K., Der Kiefernspinner, *Dendrolimus pini* L. Mit 5 Abb. u. 1 Buntdrucktafel. — Biol. Reichsanst. Flugbl. Nr. 37, 3. Aufl., 1938.

Eichler, Wolfdietrich, *Thylacopis madagascariensis*, *Brachymyrmex heeri* u. *Ptidodactyla luteipes* in einem Dahlemer Gewächshaus. — Zool. Anzeiger **122**, 1938.

Eidmann, H., Forstentomologie in den Tropen. — Z. f. Weltforstwirtschaft **5**, 1938.

Eidmann, H., Holzschädlinge u. ihre Bekämpfung. — Der Holzmarkt 1938.

Eidmann, H., Die Forleule, ein Großschädling des deutschen Kiefernwaldes. — Die Umschau 1938.

Eidmann, H., Zur Kenntnis der Lebensweise der Blattschneiderameise *Acromyrmex subterraneus* For. var. *eidmanni* Santschi u. ihrer Gäste. Rev. d. Entomologia **8**. Rio de Janeiro 1938.

Eidmann, H., Die Photographie im Dienste der Entomologie. — Blätter f. Untersuchungs- u. Forschungsinstrumente **12**. Rathenow 1938.

Eidmann, H., Neue Untersuchungen über die Nonne. — Anz. Schädlkde. **14**, 1938.

Eller, K., Eine Insel der Tierwelt im mazedonischen Gebirge. — 1938.

Ext, W., Die Maikäferschlacht 1938. 2000 Doppelzentner Maikäfer vernichtet. Wochenbl. Landesbauernschaft Schleswig-Holstein (2. Juli) 1938.

Ext, W., Tätigkeitsbericht des Pflanzenschutzamtes Kiel über das Rechnungsjahr 1937.

Faure, I. C., Descriptions of New Thysanoptera. Publicat. Univers. Pretoria Series II. — Nat. Science Nr. 4. Pretoria 1938.

Feytaud, J., Recherches sur le Doryphore. III. — Causes de réduction naturelles (Milieu — Maladies — Ennemies). — Ann. Epiphytie et Phytogén. **3**, 1937, 35—97.

Feytaud, J., Recherches sur le Doryphore IV. — L'acclimatisation d'insectes entomomophages américains ennemis du *Leptinotarsa decemlineata* Say.

Feytaud, J., La defense des maisons contre les Termites. — Rev. Zool. agr. et appl. 1937.

Feytaud, J., La question doryphorique au début de la campagne 1937. — Ebenda.

Feytaud, J., Comment le Doryphore envahit l'Europe. — Ebenda 1936.
Finkenbrink, W., Ein neues, synthetisches Präparat zur Ungeziefer-Bekämpfung. — Ratschläge für Haus-Garten-Feld **13**, 1938.
Finkenbrink, W., Ein neues Wort in der Entomologie u. sein Anwendungsbereich. — Entom. Zeitschr. **52**, 1938.
Fluiter, H. J. de, Resultaten, verkregen bij de bestrijding van de witte luis van de koffie langs mechanischen en chemisch-mechanischen weg en door cultuurmaatregelen. — De Bergcultures **12**, 1938.
Foerster, Herbert, Gregarinen in schlesischen Insekten. — Z. Parasitenk. **10**, 1938.
Forsslund, Karl-Hermann, Bidrag till kännedowen om djurlivets i marken inverkan på markomvandlingen. I. Om några hornvaltsters (Oribatiders) näring. (Beitrag zur Kenntnis der Einwirkung der bodenbewohnenden Tiere auf die Zersetzung des Bodens. 1. Über die Nahrung einiger Hornmilben (Oribatiden). — Meddel. Stat. Skogsförsöksanstalt **31**, 1938.
Franzke, A., Die Hausbockkäferfrage 1938. Berlin-Dahlem 1938.
Freney, M. R., Studies on the Chemotropic Behaviour of Sheep Blowflies. — Counc. Scient. and Industr. Res., Pamphlet No. 74. Melbourne 1937.
Frickhinger, H. W., Ein Schädling breitet sich aus. Verstärktes Auftreten des Kugelkäfers (*Gibbium*). — Südd. Apoth. Zeitg. **78**, 1938.
Frickhinger, H. W., In Ausbreitung begriffene Schädlinge; Schädlingsplagen im Hause. — Entom. Zeitschr. **52**, 1938.
Friend, R. B., and **Plumb, G. H.,** Control of the European Pine Shoot Moth. — Journ. Econ. Entom. **31**, 1938.
Friend, R. B., Plumb, G. H., and **Hicock, H. W.,** Notes on the European Pine Shoot Moth in Connecticut. — Ebenda.
Gäbler, H., Massenauftreten von Larven der Schwebefliegenart *Syrphus torvus* O. S. *(troparius* Mg.). — Forstw. Ctrbl. **60**, 1938.
Gieysztor, M., Über die Macrolepidopterenfauna des Urwaldes von Bialowieza nebst allgemeinen Bemerkungen über die Beziehungen der Macrolepidopteren Polens zu den Holzpflanzen. — Jahresber. Physiogr. Kommission der Polnischen Akademie der Wissenschaften **71**, Kraków 1938.
Gieysztor, M., i **Pawłowicz, Jan.,** Beobachtungen über das Massenauftreten von *Erannis-* u. *Operopthora*-Arten (*Lep.*) in einem Eichenwald der Oberförsterei Rogów (Polen). — Bull. Entom. Pologne **16—17.** Lwów 1938.
Goetsch, W., Untersuchungen über die Bekämpfungsmöglichkeiten der argentinischen Blattschneiderameisen. — Der Tropenpflanzer **41**, 1938.
Goetsch, W., Die Pilzzucht der argentinischen Blattschneiderameisen. — Die Naturwissenschaften **26**, 1938.
Goetsch, W., Koloniegründung u. Kastenbildung im Ameisenstaat. — Forschungen u. Fortschritte **14**, 1938.
Gößwald, K., Über den Einfluß von verschiedener Temperatur u. Luftfeuchtigkeit auf die Lebensäußerungen der Ameisen. I. Die Lebensdauer ökologisch verschiedener Ameisenarten unter dem Einfluß bestimmter Luftfeuchtigkeit u. Temperatur. — Z. Wiss. Zool. (A) **151**, 1938.
Gößwald, K., Über den insektentötenden Pilz *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Bisher Bekanntes u. eigene Versuche. — Arb. Biol. Reichsanst. **22**, Heft 4, 1938.
Gößwald, K., Über bisher unbekannte, durch den Parasitismus der Mermithiden (*Nemat.*) verursachte Formänderungen bei Ameisen. — Z. Parasitkde. **10**, 1938.
Gößwald, K., Über die schädlichen Ameisen u. ihre Bekämpfung. — Z. Desinfekt. u. Laboranten 1938.
Gößwald, K., Über Empfindlichkeitsunterschiede einiger Ameisenarten gegen Arsen-Fraßgifte. — Arb. phys. u. angew. Entomologie Berlin-Dahlem **5**, 1938.
Gößwald, K., Grundsätzliches über parasitische Ameisen unter besonderer Berücksichtigung der abhängigen Koloniegründung von *Lasius umbratus mixtus* Nyl. — Z. wiss. Zool. (A) **151**, 1938.

Gößwald, K., Richtlinien zur Dauermassenzucht der Kleidermotte *Tineola biselliella* Hum. — Mitt. Biol. Reichanst. 1938.

Grant, Mrs. K. J., An historical study of the migrations of *Celerio lineata lineata* Fab. and *Celerio lineata livornica* Esp. (*Lepidoptera*). — Trans. R. Ent. Soc. London **86**, 1937.

Helson, G. A. H., and **Bennett, W. J.,** The Sterilization of Fruit Cases. — Journ. Counc. Scient. and Industr. Res. **11**, 1938.

Hill, G. F., *Isoptera.* The Sir Joseph Banks Islands. 1938.

Hopp, H. S., Investigations into the nutrition of the Ash-bark Beetle *Hylesinus fraxini* Panz. — An. Appl. Biol. **25**, 1938.

Hukkinen, Yriö, Puntarpääripsiäinen (*Chirothrips hamatus*), uusi puntarpään siemenvikojen aiheuttaja. — Valtion Maatalouskoetoiminnan Tiedonantoia No. 135. Helsinki 1938.

Hukkinen, Yriö, Alopecurustripsen (*Chirothrips hamatus*), ett mytt skadedjur för alopecurusfröet. — Ebenda.

Ijjasz, E. L., Grundwasser u. Baumvegetation unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse der Ungarischen Tiefebene. — Erdészeti Kisérletek **9**, 1938 (216 Seiten).

Jancke, O., siehe: Die Tierwelt Deutschlands.

Janisch, E., Das klimatische Optimum der Nonnenraupe. — Mitt. Forstwirtschaft u. Forstwissenschaft 1938.

Janisch, Ernst, Untersuchungen über den Massenwechsel von Schadinsekten. — Z. f. Pflzkrkh. u. Pflzschtz. **48**, 1934.

Jeannel, R., Les *Trechinae* des Iles Canaries. Rev. Franc. d'Entom. **3**, 1936.

Jeannel, R., Ancienneté des Insectes. — Ebenda **3**, Fasc. 2, 1936.

Jeannel, R., Les Bembidiides endogès (*Col. Carabidae*). Monographie d'une lignée gondwanienne. — Edenda **3**, Fasc. 4, 1937 (160 Seiten, 245 Fig.).

Jeannel, R., Les Migadopides (*Col., Adephaga*), une lignée subantartique. — Ebenda **5**, Fasc. 1, 1938 (55 Seiten mit 76 Fig.).

Jeannel, R., Les Hilétides (*Col. Adephaga*), une lignée africano-brésilienne. — Ebenda **4**, Fasc. 4, 1938.

Jeannel, R., L'Archatlantis, et le peuplement de la region méditerrannéenne. — Arch. Muséum d'Hist. Nat. Paris 6, Sér. **12**, 1935.

Johannsen, O. A., and **Thomsen, L. C.,** Aquatic Diptera. Parts IV and V. *Chironomidae* (Subfam. *Chironominae*), *Ceratopogoninae.* — Cornell University Agr. Exp. Stat. Memoir 210 (80 Seiten, 18. Taf. mit 268 Figuren). Ithaca, New York 1937.

Kalshoven, L. G. E., De boekenworm in Nederlandsch-Indie. — Ent. Med.-Indië **4**, 1938.

Kalshoven, L. G. E., Dermestiden in Nederlandsch-Indie. — Ebenda **3**, 1937.

Kalshoven, L. G. E., Verdere aanteekeningen over de huismier *Monomorium destructor* Jerd. — Ebenda.

Kalshoven, L. G. E., Boorders in Kruidnagelboomen. (Borers in clove trees.) — Londbouw **12** (Buitenzorg 1937).

Kalshoven, L. G. E., De voedsterplant van *Pyrausta Machaeralis* Walk. (The teakleaf skeletonizer) of Java. — Textona **27** (1934).

Kalshoven, L. G. E., Einiges über den Parasiten der Soldaten von *Macrotermes gilvus.* — Treubia **16**. Buitzenzorg 1938.

Kalshoven, L. G. E., Invloed van insecten op de Kwaliteit en verhandelbaarheid van indische landbouwproducten. — Versl. 25e Verg. Vereenig. Proofstat. Personeel. geh. Buitzenzorg Oktober 1937.

Kangas, Esko, Ein Fall von anormaler Fühlerbildung bei *Cimbex connata* Schrk. *(Hym., Tentredinidae).* — An. Entom. Fennici **3**, 1937.

Kangas, Esko, Ein neuer Fall von anormaler Fühlerbildung bei *Cimbex (Hym., Tenthredinidae).* — Ebenda.

Kangas, Esko, Zur Biologie u. Verbreitung der *Pissodes*-Arten *(Col., Curculionidae)* Finnlands. — Ebenda **4**, 1938.

Kangas, Esko, Untersuchungen über die in Kiefernpflanzbeständen auftretenden Schäden u. ihre Bedeutung. — Communicat. Instituti forestalis Fenniae **24**, 1937. Finnisch mit ausführl. deutscher Zusammenfassung. (304 Seiten, 25 Abbildungen.)

Kangas, Esko, Über die Brauntleckigkeit der Laubhölzer. — Annales Entom. Fennici **3**, 1937.

Kaufmann, O., u. **Schuch, K.,** Folgerungen aus der deutschen Hausbockstatistik. Berlin-Dahlem 1938.

Kéler, S., Über einige Mallaphagen aus Paraguay und Kamerun. — Arb. über morph. u. taxon. Entom. Berlin-Dahlem **5**, 1938.

Kelle, Arthur, A tölgygolyva okozója. Die Ursache der Eichenkropfbildung. — Erdészeti Lapok 1937.

Key, K. H. L., The Regional and Seasonal Incidence of Grasshopper Plagues in Australia. — Counc. Scient. and Industr. Res. Bull. No. **117**. Melbourne 1938.

Koch, A., Symbiosestudien. III: Die intrazellulare Bakteriensymbiose von *Mastotermes darwiniensis* Frog. *(Isoptera)*. — Z. Morph. u. Ökologie der Tiere **34**, 1938.

Koch, A., Bakteriensymbiose der Termiten. — Verh. Deutsch. Zool. Ges. 1938.

Koch, A., Der Formwandel der Symbionten des Eichensplintkäfers. — Forschungen u. Fortschritte **13**, 1937.

Kolubajiv, S., Příspěvek k biologii pilatky ryšavé. Beitrag zur Biologie der rotgelben Kiefernbuschhornblattwespe (*Diprion sertifer* Geoff. (= *Lophyrus rufus* Kl.) — Lesn. práce. **17**, 1938.

Korschelt, Eugen, Festschrift zum 80. Geburtstag des Geh. Regierungsrat u. ord. Professors der Zoologie an der Universität Marburg a./Lahn Eugen Korschelt. — Heft 9/11 d. Z. f. Pflzkrkh. u. Pflschtz. **48**, 1938. (Eugen Ulmer, Verlag, Stuttgart.)

Krätzig, H., Magenuntersuchungen von Meisen im Winter. — Ber. Ver. Schles. Ornithologen **23**, 1938.

Kseneman, M., Kukei beskrilci i njihovo žnąčenje u kućanstou prirode. — „Prirode" **26**, 1936.

Kseneman, M., Beitrag zur Kenntnis der Apterygotenfauna des Kralicky Sněžník (Spieglitzer Schneeberger). — Folia entomologica **2**. Brno 1937.

Kseneman, M., Beitrag zur Kenntnis der Beziehungen der Apterygotenfauna zu den Eigenschaften ihrer Standorte mit besonderer Berücksichtigung der Waldböden (Ergebnisse einer Studienreise nach Deutsch-Österreich). — Bull. Inst. Nat. Agron. Brno, R. Č S., 1938. (Tschechisch mit deutschem Auszug.)

Kseneman, M., Apterygoten aus der Reservation „Pop Ivan" in Karpathenrußland. (Tschechisch mit deutschem Auszug.) — Aus: Durchforschung der Naturwälder in Podkarpatská Rus. Inst. d'Etat des rech. pour la production forestière, departement de l'économie forestière, directeur le prof. Dr. R. Haša. Čis 7. No. Brno 1938.

Ladell, W. R. S., A new apparatus for separating insects and other Arthropods from the soil. — An. Appl. Biol. **23**, 1936.

Lea, A., Investigations on the Red Locust (*Nomadacris septemfasciata* Serv.) in Portugese East Africa and Nyasaland in 1935. — Dep. Agr. and Forestry (Locust Research Series No. 1). Union of South Africa. Science Bull. No. 176. Pretoria 1938.

Lee, D. J., Notes on Australian Mosquitoses (*Dipt. Culic.*). Part. IV. The Genus *Theobaldia*. — Proc. Linn. Soc. New South Wales 1937.

Lee, D. J., A Laboratory Method for Testing Tropismus of Blowflies.. — Jour. Counc. Scient. and Industr. Res. **10**, 1937.

Lee, D. J., A Note on the Colour Responses of *Lucilia cuprina*. — Ebenda **10**, 1937.

Lettland. — Report of the Latvian Institute for Plant Protection for 1936—37. (Lettisch mit englischem Resumé.) — Jelgava 1937.

Lettland. — Aperçu sur l'extension des insects nuisibles et des maladies des abres dans les forêts domaniales de Lettonie en 1936/37. — Statistique Forestière de la Lettonie **10**, 1938. (Lettisch mit französischem Resumé.)

Lettland. — Report of the Latoian Instutute for Plant Protection for 1937—38. (Lettisch mit englischem Resumé.)

Mackerras, J. M., Notes on Australian Mosquitoes (*Dipt., Culic.*). Part III. The Genus *Aedomyia* Theob. — Proc. Linn. Soc. New South Wales 1937.

Mackerras, M. J., Losses due to the Sheep Blowfly. — Journ. Scient. and Industr. Res. **11**, 1938.

Mackerras, J. M., Occurrence of Stick-Fast Fleas in Queensland. — Ebenda.

Mackerras, J. M., u. **Fuller, M. E.,** A Survey of the Australian Sheep Blowflies. — Ebenda **10**, 1937.

Madel, W., Drogenschädlinge, ihre Erkennung u. Bekämpfung. Mit 2 Taf. u. 64 Abb. im Text. — Deutscher Apotheker-Verlag, Dr. Hans Höxel, Berlin 1938. Preis 2,80 RM.

Malenotti, Ettore, Cento Noterelle Fitopatologiche. — Bibliotheca Agricola, G. B. Paravia & Co., 1938. (293 Seiten.)

Mantel, K., Waldverbreitung u. Waldeigentum im deutschen Raumplanungsrecht. — Forstw. Ctrlbl. 1937.

Matsumura, S., Insecta Matsumurana. Vol. **12**, No. 4, July 1938.

McCauly, W. E., and **Flint, W. P.,** Outwitting Termites in Illinois. — Dep. Registr. and Education. Nat. Hist. Surv. Div. State of Illinois. Circ. 30. Urbana 1938.

Miao, C. R., Study of some forest insects of Nanking and its vicinity, Part I. — Contrib. Biol. Labor. Science Soc. China **12**. Shanghai 1937.

Mitteilungen der Auskunftstelle für Schädlingsbekämpfung im Institut für landwirtschaftliche Zoologie, Universität Berlin. 1. Der Hausbock. 2. Pochkäfer. 3. Ameisen, 4. Der Teppichkäfer, 5. Staubläuse, 6. Die Bettwanze, 7. Haus- u. Küchenschabe.

Morris, K. R. S., The praepupal stage in Ichneumonidae, illustrated by the life-history of *Exenterus abruptorius* Thb. — Bull. Ent. Res. **28**, 1937.

Morris, K. R. S., *Eupelmella vesicularis* Retz. (*Chalcididae*) as a predator of another Chalcid, *Microplectron fuscipennis* Zett. Parasitology **30**, 1938.

Morris, K. R. S., Cameron, E., and **Jepson W. F.,** The Insect Parasites of the Spruce Sawfly (*Diprion polytomum* Htg.) in Europe. — Bull. Entom. Res. **28**, 1937.

Mors, H., Stellungnahme zu einigen Arbeiten über eine neue Methode zur Nonnenbefallsermittlung u. Nonnenbekämpfung. — Forstarchiv 1938.

Musgrave, A. I., and **Mackinnon, D. B.,** Infection of *Plodia interpunctella* Hb. (*Lep., Phycitidae*) with a Schizogregarine, *Mattesia dispora* Naville. — Proc. R. Ent. Soc. London **13**, 1938.

Müller, Adolf, Über ein ungiftiges Verfahren zur Bekämpfung von Vorratsschädlingen. — Separat 1938.

Müller, Fritz P., Die Verdauung bei nahe verwandten Käfern mit verschiedener Ernährungsweise. Versuche an Carabiden u. Silphiden. — Zoolog. Jahrb. (Systematik) **71**, 1938.

Müller, L., u. **Kautz, H.,** *Pieris bryoniae* O. u. *Pieris napi* B. Mit einem Geleitwort von Prof. Dr. Hans Rehel. 189 Seiten u. 16 Tafeln in vielfarbigem Faksimiledruck. Wien 1938. (Abhandlungen des Österreichischen Entomologen Vereines Bd. I.)

Neuheiten auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes. Herausgegeben von der Bundesanstalt f. Pflanzenschutz. Redigiert von L. Fulmeck. **31** (1938), Folge 3, 4. 5.

Nolte, H. W., Über einige Nematusfeinde u. ihre Bedeutung. Forstw. Ctrbl. **60**, 1938.

Nolte, H. W., *Calosoma sycophanta* als Feind der Nonne. — Anz. Schädlingskunde **14**, 1838.

Pax, F., siehe „Die Rohstoffe" usw.

Payne, N. M., The differential effect of environmental factors upon *Microbracon hebetor* Say. (*Hymenoptera: Braconidae*) and its host, *Ephestia Kühniella* Zeller (*Lep. Pyralidae*). III. Effect of the Sting of the Parasite and of two Chemical agents on the Respiratory Rate and Quotient of the Host Larvae. — Biol. Bull. **73**, 1937.

Plessis, C. du, Locust outbreaks in the Union during the season 1936—37 — Dep. Agr. and Forestry (Locust research series No. 2) Union of South Africa. Science Bull. No. 181. Pretoria 1938.

Polen. — Rocznik Ochrony Bośin. Redaktor Dr. J. Ruszkowski. — Tom 5, Heft 3 u. 4. Warszawa 1938.

Rangnow, Rudolf, Tropenpracht und Urwaldnacht. Auf Tierfang am Amazonas. — Verlag Gustav Wenzel & Sohn, Braunschweig. 176 Seiten mit 65 Abbildungen. Preis geb. 5,20 RM.

Roarck, R. C., Review of U. S. Patents relating to Pest Control. Vol. 11, No. 5—9. U. S. Dep. Agr. Bureau of Entom. and Plant Quarantine. Divis. Insecticide Investigations 1938.

Ruszkowski, J., siehe Polen.

Rübsaamen, Ew. H., u. **Hedike, H.,** Die Zoocecidien, durch Tiere erzeugte Pflanzengallen Deutschlands u. ihre Bewohner. Lief. VIII: Die Cecidomyiden (Gallmücken) u. ihre Cecidien — Spez. Teil: Seite 297—328. Taf. XXX—XXXV, Textfig. 78—102. Zoologica **29**. Vierte Lief. Heft 77. E. Schweizerbartscher Verlag. Stuttgart 1938. Preis 36 RM.

Saalas, Uunio, Einiges über *Lado Jelskii* Wank. *(Col., Colydiidae)* nebst Beschreibung der Puppe. — Ann. Entom. Fennici **3**, 1937.

Saalas, Uunio, Die Larve von *Boros Scheideri* Panz. (*Col., Boridae*). — Ebenda.

Saalas, Uunio, Über den Nahrungsbaum von *Chrysobothris chrysostigma* B. *(Col., Buprestidae)*. — Ebenda **4**, 1938.

Saalas, Uunio, Ein gynandromorphes Exemplar von *Ips acuminatus* Gyll. (*Col., Scolytidae).* — Ebenda.

Saalas, Uunio, Berichtigung zu meinem Aufsatz „Ein neuer Larventyp der Elateriden. — Ebenda.

Saalas, Uunio, Suomen oksakirjaajat (*Pityophtorus*). — Eripainos Luonnon Ystävästä, 1938.

Saalas, Uunio, Euroopan Sarvikuonokas (*Oryctes nasicornis*) ja sen esiintyminen Suomessa. — Ebenda 1937.

Schaefer, E. E., The White fungus disease (*Beauveria Bassiana*) among Red Locusts in South Africa and some observations on the Grey Fungus Disease (*Empusa grylli*). — Plant industrie series No. 18. Union of South Africa. Science Bull. No. 160.

Schedl, K., Die Einteilung der Pityophthorinae. — Arch. Naturg. N. F. **7**, 1938.

Schenkling, S., Faunistischer Führer durch die Coleopteren-Literatur. Die wichtigste Käfer-Literatur nach geographischen Gesichtspunkten geordnet. Band I: Europa. Lieferung 1 u. 2 (S. 1—128). — Verlag Gustav Feller, Neubrandenburg, 1938. Subscriptionspreis je Lieferung 6 RM.

Schmitz, H., *Misotermes exenterans* n. g. n. sp. Eine parasitische Fliege aus der Familie der Phoriden, welche die Entstehung myiagener Soldaten bei *Macrotermes gilvus* Hag. in Java verursacht. — Treubia **16**, 1938.

Schneider-Orelli, O., Neue Forschungsergebnisse aus dem Gebiete der Forstentomologie. — Schweiz. Ztschr. f. Forstwesen 1938.

Schuch, K., Zur Physioloie u. Ökologie des Hausbockkäfers (*Hylotrupes bajulus* L.) — Berlin-Dahlem 1938.

Schulze, Br., u. **Becker, G.,** Die Prüfung der insektentötenden Wirkung von Holzschutzmitteln mittels *Anobium punctatum* Deg. (= *A. striatum* Oliv.) als Versuchstier. — Holz als Roh- u. Werkstoff **1**, 1938.

Sedlaczek W., Vorschäge zur Bekämpfung u. Verhinderung von Schäden durch die Tannenläuse (*Dreyfusia spec.*). — Ctrbl. f. d. ges. Forstwesen **64**, 1938.

Stammer, H. J., Ziele u. Aufgaben tiergoegraphisch-ökologischer Untersuchungen in Deutschland. — Verh. Dtsch. Zool. Ges. 1938.

Stellwaag, Fr., Vorläufige Mitteilung über Versuche zur chemischen Winterbekämpfung der Traubenwickler. — „Wein u. Rebe" **20**, 1938.

Stellwaag, Fr., Toxikologische Probleme in der Schädlingsbekämpfung. — Angew. Chemie **51**, 1938.

Thiede, G., Zur Kenntnis der Lebensweise der bei Frankfurt (Oder) auftretenden drei Hauptparasiten von *Lophyrus pini* L. — Inaug.-Diss. Druckerei Paul Beholtz, Frankfurt (Oder).

Thienemann, Aug., Die Ursachen der Stechmücken-Plage im hohen Norden. — Natur u. Volk **68**, 1938.

Thienemann, Aug., Frostboden u. Sonnenstrahlung als limnologische Faktoren. Ein Beitrag zum Problem der Stechmücken-Plage in Lappland. — Arch. f. Hydrobiologie **34**, 1938.

Thomsen, Ellen, Über den Kreislauf im Flügel der Musciden, mit besonderer Berücksichtigung der akzessorischen pulsierenden Organe. — Z. Morph. u. Ökol. **34**, 1938.

Thomsen, Ellen, u. **Thomsen, M.,** Über das Thermopräferendum der Larven einiger Fliegenarten. — Z. vergl. Phys. **24**, 1938.

Trägårdh, Ivar, Untersuchungen über die Verbreitung u. das Auftreten der holzzerstörenden Insekten in öffentlichen Gebäuden. — Z. f. Pflanzenkrankheit u. Pflanzenschutz **48**, 1938.

Trägårdh, Ivar, An outline of rules and directions to be adopted against forest insects in Sweden. — Forestry **12**, 1938.

Trägårdh, Ivar, & **Butovitsch, Viktor,** Some forest entomological methods and conceptions. — Bull. Ent. Res. **29**, 1938.

Trappmann, W., Bericht über die Tagung der „Arbeitsgemeinschaft zur wissenschaftlichen Förderung der Hausbock-Bekämpfung" im Staatl. Materialprüfungsamt in Berlin-Dahlem (27. VI. 1938). — Arb. phys. u. angew. Ent. Berlin-Dahlem **5** (1938), Nr. 4.

Tuxen, S. L., Protura und Thysanura aus Island. — Medd. fra Dansk naturh. Foren **102**, 1938.

Tuxen, S. L., *Plecoptera* and *Ephemeroptera.* — The Zoology of Iceland **3.** Part. 39. Copenhagen and Reykjavik 1938.

Tuxen, S. L., *Orthoptera* and *Dermaptera.* — Ebenda.

Tuxen, S. L., Die Arten der Gattung *Scatella (Ephydridae)* in heißen Quellen. — Opusc. Entom. **1**, Häft 4. Lund 1936.

Vappula, Niilo A., Tuholaisten esiintyminen V. 1936 (Das Auftreten von Schädlingen i. J. 1936). — Valt. Maatalousk. Tiedonantoja Nr. 134. Helsinki 1938.

Vappula, Niilo A., Finnish Entomological Literature published in 1937 including Economic Entomology and Control of Insect Pests. — Ann. Ent. Fennici **4**, 1938.

Weber, Hermann, Grundriß der Insektenkunde. Mit 154 Abbildungen im Text. Verlag Gustav Fischer, Jena 1938. Preis brosch. 12 RM, geb. 13,50 RM.

Weidner, H., Die Geradeflügler *(Orthopteroidea* u. *Blattoidea)* Mitteldeutschlands. — Zeitschr. f. Naturwissenschaften **92**. Halle a. S. 1938.

Wheeler, W. M., Ants from the Society, Austral, Tuamotu and Mangareva Islands. — Bernice P. Bischop Museum Occas. Pap. **12**, 1936.

Wheeler, W. M., Ants mostly from the Mountains of Cuba. — Bull. Mus. Comp. Zool. **81**, 1937.

Wheeler, W. M., Addition to the Ant-Fauna of Krakatau and Verlaten Island. — Treubia Deel **16**, Afl. 1, 1937.

Wheeler, W. M., Ants from the caves of Yucatan. — Carnegie Inst. Washington Publication No. 491, 1938.

Wiesmann, R., Die Orientierung der Kirschfliege, *Rhagoletis cerasi* L., bei der Eiablage. (Eine sinnesphysiologische Untersuchung). — Landw. Jahrb. Schweiz 1937.

Williams, C. B., Butterfly Travellers-Some Varietis migrate thousands of Miles. The Nat. Geogr. Mag. 1937.

Williams, C. B., Recent progress in the study of some North American Migrant Butterflies. — An. Entom. Soc. America **31**, 1938.

Williams, C. B., British Immigrant Butterflies and Moth. — Soc. Edition. British Mus. Nat. Hist. London 1936.

Wolff, M., Das Auftreten des Hausbockes in staatlichen Gebäuden in Mittel- und Norddeutschland. — Zentralbl. Bauverwaltung vereinigt mit der Zeit. für Bauwesen **58**, 1938.

Wünn, Herm., Zur Coccidenfauna von Schleswig-Holstein (12. Mitteilung über Cocciden). — Schriften des Naturw. Vereins f. Schleswig-Holstein **22**, 1938 (68 Seiten, 1 Karte u. 3 Abbildungen).

Zacher, Fr., Die Gliedertiere (Arthopoda) der Mühlen und Getreidespeicher in Deutschland. — Mitt. Ges. Vorratsschutz, Sonderheft, August 1938.

Zirngiebl, L., Zur Kenntnis der *Athalia scutellariae* Cam. — Veröfftl. dtsch. Kolonial- u. Übersee-Museums, Bremen **1**, 1935.

Zirngiebl, L., Experimentelle Untersuchungen über die Bedeutung der Cenchri bei den Blattwespen. — Beitr. nat. Forschung in Südwestdeutschland **1**. Karlsruhe 1936.

Zirngiebl, L., Die Legewerkzeuge der Blattwespen *(Teuthredinoidea)*. I. u. II. Teil. — Ebenda **2**, 1937, u. **3**, 1938.

Zirngiebl, L., Über weitere Mißbildungen bei Blattwespen. — Konowia **16**, 1937.

Zirngiebl, L., Beitrag zur Biologie des *Emphytus* (*Allantus* Pz. u. Jur.) *balteatus* Klg. und Beschreibung des unbekannten Männchens. — Festschr. für Prof. Embrik Strand Vol. II. Riga 1936/1937.

Zirngiebl, L., Neue und wenig bekannte Tenthredinoidea (Hym.). — Ebenda Vol. III. Riga 1937.

Zwölfer, W., Die Tannenlaus mit besonderer Berücksichtigung Südwestdeutschlands. — Deutscher Forstverein, Jahresbericht 1937. Berlin 1938.

Autorenregister.[1]

A.

Abderhalden 165.
Adkin 220, 222, 223, 232, 234, 235, 236, 239, 242, 244, 246, 260, 261, 272, 274.
Albrecht 594, 596, 601.
Alfonsus 143, 144, 146, 149.
Ali 546, 586.
Alpatov und Dorodnickaia 478, 485.
Altum 7, 53.
Ambros 639, 640.
Annand 3, 53, 54.
Anonymus 100.
Aß und Funtikow 675, 679.
Audoin 74, 79.
Austen 341, 342.

B.

Bachmetjew 544, 545, 573, 586, 587.
Baer 183, 194, 212, 642, 643, 645.
Baird 188, 189, 213.
Balbiani 37, 53.
Bankes 219, 232, 259, 261, 262, 263, 274.
Barbey 53.
Bardenfleth 149.
Baudisch 40, 53.
Bavendamm 665, 666, 667, 679.
Becker 346.
Beier 142, 149, 539.
Beklemischev und Mitrophanowa 140.
Beliawskij 146, 149.
Beling 602.
Bellhause Lemare 144, 145, 149.
Bequaert 346.
Beran 92, 97.
Berlese 679.
Berlinger 164.
Berwig 575, 586.
Bezzi 338, 339, 342, 343, 345, 346, 347.
Biedermann 580, 586.
Bischoff 654, 677, 679.
Blochmann 526.
Blunck 200, 212, 222, 260, 274, 544, 586.
Boas 53, 365, 366, 379.
Bodenheimer 155, 160.
Börner 1, 21, 37, 53, 525.
Böttcher 419, 424, 440, 681, 682, 683, 701.
Boisduval 218.
Borchert 420, 421, 423, 440, 682, 701.
Borries 366, 372, 379.
Brauer 450, 451, 457, 460.
Brauer und Zacher 453.
Brauns 145, 679.
Brezina und Schmidt 140.
Briant 679.
Brischke 193, 206, 208, 473.
Brischke-Zaddach 212.
Brohmer 220, 646.
Brünnich 144.
Brünnich-Dambach-Rueger 149.
Brumpt 162.
Buchner 647, 648, 650, 651, 653, 654, 658, 673, 679.
Buddenbrock, v. 165.
Burkhardt 590.
Burmeister 679.
Busse 378, 379.
Butovitsch, v. 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 536.

C.

Calwer 292.
Campbell 680.
Canavari 74.
Cartwright 648, 660, 663, 673, 680.
Cecconi 306.
Chamberlin 142, 149.
Chapman 248.
Chittenden 449, 460.
Cholodkovsky 8, 37, 40, 54, 526.
Chrystal 54, 648, 680.
Cockerell 704.
Colizza 220, 222, 232, 234, 238, 240, 242, 246, 247, 260, 271, 272, 274.
Cooper 223.
Corbett 223, 242, 259, 260, 261, 262, 263, 274.
Chrétien 222, 260, 263, 274.
Criddle 192, 213.
Crosby 366, 372, 379.
Cummins und Wilson 680.
Cushman 379.

D.

Dahlbom et Sichel 680.
Dalla Torre 369.
Dambach 146.
Darwin 461.
Daviault 453, 460.
Deckert 84, 90.
De Buck und Swellengrebel 140.
de Joamis 222.
De Gaulle 472, 473.
Diehl und Weidner 540.
Dieterich 54.
Dietrich 545.
Dingler 54.
Dobrodeer 189.
Dobrodeev 85, 90.
Dreyfus 8, 54, 525, 526, 527.
Duponchel 218, 220, 274.
Dyk 628.

E.

Ebner 539.
Eckstein, Fr. 291.
Eckstein, K. 8, 36, 54, 83, 90, 140, 283, 290, 309.
Eggers 298, 299, 300, 303.
Ehrmann 646.
Eidmann 382, 395, 609, 610, 611, 620, 621, 624, 627, 640.
Eller 534.
Ellingsen 143, 149.

[1]) Die Autorennamen aus der Arbeit von Kéler „Übersicht über die gesamte Literatur der Mallophagen“ sind hier nicht aufgeführt.

Enderlein 338, 346, 347, 348.
Enslin 170, 171, 179, 194, 212, 680
Escherich 5, 54, 81, 91, 212, 306, 309, 363, 365, 379, 382, 395, 530, 544, 574, 586, 643, 645.
Escherich u. Baer 282, 290.

F.

Fahringer 108, 142, 143, 146, 149, 298, 307, 308, 309.
Falck 17, 54, 670, 680.
Falck und Haug 680.
Fari und Fari 100.
Faure 272.
Fechter 37.
Feytaud 85, 91.
Filleul 145, 149.
Filmer 697, 701.
Finke 540.
Fischer 98, 396.
Fischer und Gäumann 680.
Fisher 220, 223, 232, 234, 235, 236, 237, 240, 242, 243, 244, 246, 247, 248, 259, 260, 261, 262, 263, 271, 272, 274.
Fletcher 223, 274.
Förster 369.
Francke-Grosmann 5, 10, 17, 52, 54, 647.
Franz 140, 590.
Frickhinger 395, 535.
Friederichs 67, 79, 155, 282, 290.
Fuchs 54.
Fulmek 95, 100.
Funaro 546.

G.

Gäbler 277, 290, 609.
Gams 54.
Garin 146, 149.
Gasow 76, 274.
Gaßner 163.
Geiger 140.
Geisthardt 140.
Gentner & Norris 100.
Gerard 697, 701.
Ginsburg 440.
Ginsburg und Schmitt 682, 701.
Gnadinger 420, 440.
Godfrey 143, 145, 149.
Goebel 534.
Gößwald 386, 395, 397, 398, 407, 418.
Gößwald und Zwölfer 395.
Goetsch 162.
Goetze 683, 701.
Golovjanko 311, 315, 331.
Graham 180, 181, 185, 186, 187, 188, 189, 212, 213.
Graser 54.
Greimer 163.
Grevillius 544, 586.
Grimm 140.
Grünberg 345.
Guttenberg, Ritter v. 321.

H.

Hackett, Martini u. Missiroli 140
Hägglund 680.
Hanno 628.
Harrer 209.
Harrison 189, 213
Hartig 178, 213, 680.
Hartzell, Harman & Reed 100.
Hase 229, 274, 483, 485, 594, 596, 601.
Hedicke 539.
Hegi 274
Heikertinger 462, 463, 471.
Heinemann 73, 221.
Heinemann, v. 219, 274.
Henderson 143
Henriksen 363.
Herford 544, 586.
Hering 161, 220, 221, 260, 275, 303, 309, 544, 586.
Herrich-Schäffer 219, 221, 275.
Heske 163.
Hesmer 10, 11, 54.
Heß-Beck 374.
Hewitt 143, 188, 213.
Hewitt u. Godfrey 145, 149.
Hilgendorff 396.
Himmer 422, 440, 701.
Hirschler 483, 485.
Hirst 143, 149.
Hoffmeyer 363, 366, 371, 372, 374, 377, 379.
Hofmann, Chr. 1, 4, 5, 9, 48, 54, 155, 160, 381, 478, 485, 528.
Holste 378, 379.
Howard 181, 213, 365, 379.
Hsin 194, 195, 201, 213.
Hübner 217, 218, 275.
Hundertmark 125, 140, 624, 627.
Hutchings 181.

I.

Iljinski 321.
Imms 164.
Iwanow 573, 586.

J.

Jäger 199, 213.
Jäger und Hofmann 533.
Jakobi 54.
Janisch 58, 59, 79, 127, 130, 140, 228, 229, 275.
Jencic 100.
Jensen-Storch 84.
Jordan 544, 573, 580, 586.
Judeich-Nitsche 54, 277, 282, 290.

K.

Kalandadze 574, 586.
Kaltenbach 194, 213.
Kann 152, 160.
Kehrig 74.
Kéler 487.
Kellner 573, 586.
Kemner 73, 85, 90, 91.
Kennel, v. 73, 79, 220, 221, 222, 232, 259, 260, 261, 262, 263, 275.
Kew 149.
Killermann 663.
Kintzel 528.
Kirchner 151.
Klein 483, 485.
Kleine 581, 587.
Kleisl 146, 149.
Klemm 76, 79.
Klinger 395.
Klingmann, Stellwaag und Sprengel 79.
Knoche 549, 587.
Knuchel 678, 680.
Kollar 74, 75.
Komárek 574, 587.
Komárek u. Pfeffer 37, 40, 55.
König 545, 628.
König und Becker 668, 680.
König und Dietrich 587.
Konow 213.
Kopeć 165, 485.
Kozhantschikov 162, 581, 585, 587.
Kozikowski 643, 644, 645.
Kozmina und Alpatow 478, 483, 484, 486
Kühn 165, 166, 589.
Kühn und Engelhard, v. 140.
Kühnelt 140.
Kürschner 668.
Kürschner und Hoffer 680.
Kummerlöwe und Neu 291.
Kunhi Kannan 447, 448, 449, 450, 452, 460.
Kunike 89, 91, 588.

L.

La Baume 643, 644, 645.
Lagerheim 544, 587.
Laidlaw 378, 379.
Lambert 573, 587.
Lamarck 461.
Langenkamp 191, 200, 205, 213.

Lape 186.
Lebedev 574.
Lebedev, A. G., u. Savenkov, A. N. 587.
Leibbrandt 610, 627.
Le Mare 143, 144, 145, 149.
Leuzinger 75.
Levtejew 180, 182, 184, 185, 188, 213.
Lewis 143, 145, 149.
Liese 663, 665, 667.
Liese, Nowak u. Rabanus 680.
Lindner 539.
Lodes 644, 645.
Löschnig 100.
Loew 219.
Long 179, 188, 213.
Loos 282, 290.
Lowe 222, 232, 261, 275.
Lucas 219, 275.
Ludwig 281, 644.
Luff 222, 232, 263, 275.
Lunardoni 74.

M.

MacDougall 179, 213, 378, 379.
Madel 540.
Maercks 483, 485, 544, 545, 546, 563, 587.
Maidl 369.
Main 275.
Malloch 337, 338, 342, 343, 348.
Mansour K., und Mansour-Beck 680
Manujlowa 478, 483, 484, 486.
Maratt 184.
Marbott 186.
Marchal 8, 9, 22, 36, 55.
Marchal et Prilleux 260, 275.
Marcovitsch 379.
Marcucci 453, 460
Marcus 382, 395, 624, 627.
Marlatt 214.
Martini 125, 126, 137, 140, 141.
Martini, Mayer u. Weyer 141.
Martini, Missiroli u. Hackett 141.
Martini und Teubner 141.
Mayet 74.
Mc. Indoo, Sievers und Abbot 682, 701.
Merrifield 223, 275.
Merwe 144, 145, 149.
Meyer H. 703.
Michael 163.
Michal 483, 486.
Middleton 179, 214.
Miestinger 92, 94, 98.
Miller 313.
Millière 219, 220, 221, 223, 232, 259, 261, 262, 263, 272, 275.
Missiroli 141.
Möbius und Wedekind 395.
Molinas 220, 221, 232, 242, 260, 261, 271, 275.
Mordvilko 55.
Morice 194, 214.
Mors 640, 641.
Mosebach-Pukowski 478, 483, 484, 486.
Moxboda 315.
Mühlsteph 668.
Müller A. 55, 278.
Müller B 55.
Müller E. 55.
Müller W. 648, 670, 671, 677, 680.
Münch 55, 663, 665, 676, 680.
Münchsdorfer 546.
Mukerji 442, 460.
Mukerji and Bhuya 449, 460.
Munro 213.

N.

Nickerl 73.
Nieschulz 141.
Nitsche 282, 283, 363, 365, 366, 372.
Nolte 642.
Nowak 665.
Nowicki 472.
Nüßlin 8, 36, 37, 55, 289, 290.

O.

Obrutschew 531.
Oliveira 529.
Örösi-Pál 142.
Oudemans 378, 379.

P

Packard 243, 458, 460.
Pagast 534.
Paillot 85, 91.
Pape 275, 307.
Parfitt 374.
Paterson 447, 460.
Patton 337, 338, 339, 340, 341, 342, 344, 345, 346, 348.
Pax 220, 222, 224, 225, 240, 246, 260, 261, 271, 275.
Peppler 46, 55.
Peters 395, 665.
Petersen 580, 587.
Peus 347, 348.
Philiptschenko 525.
Picard 85, 91.
Pipiza 41.
Plaßmann 55.
Polejaeff 38, 159.
Polyakow 180, 181, 182, 184, 188, 194, 214.
Poutiers 222, 260, 272, 275.
Prell 166, 372, 590, 628, 642, 648, 649, 673.
Prell und Baer 673.
Pütter 547, 576, 587.
Puzanova-Malysheva 364, 380.

Q.

Quajat 546.

R.

Rabanus 665.
Radford 143,
Ramme 642, 646.
Rangnow 541.
Ratzeburg 40, 55, 182, 193, 199, 213, 277, 309, 366, 368, 369, 380, 472, 473, 651, 680.
Razzanti 453, 460.
Rebel 102, 110.
Reh 181, 190, 364, 365, 366, 380.
Reh-Sorauer 213.
Reinig 530, 531, 532, 533, 534.
Reißig 472.
Reitter 293, 298, 299, 303.
Rennie 143.
Rhumbler 55.
Riley 365, 380, 449, 460.
Ripper 680.
Rodd 380.
Roemer, Fuchs u. Isenbeck 166.
Roepke 7, 55.
Roewer 143, 148, 149.
Rohmeder 377, 378.
Rohwer 380.
Rolfe 100.
Roos 525.
Rosa 141.
Roßmäßler 199, 213.
Roubaud 339, 341.
Rubner 55, 174.
Rübsaamen u. Hedicke 539.
Rueger 146,
Ruschka 473.
Ruzicka 55.

S.

Saalas 311, 312.
Sattler 543.
Savenkow 574.
Saxesen 178, 183.
Schäperclaus 585, 587.
Schedl 6, 55, 311, 320, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336.

Scheidter 55, 473, 654, 680.
Schiffermiller 73.
Schimitschek 36, 39, 43, 56, 101, 111, 112, 291, 296, 310.
Schimke 423, 441,
Schlumberger 166.
Schneider-Orelli 7, 8, 9, 20, 21, 27, 28, 29, 56, 75, 79, 525, 526, 527.
Schneider-Orelli, Schaeffer u. Wiesmann 56.
Schoyen 180, 214.
Schröder 455, 460.
Schuch 82, 91.
Schumacher 277, 278, 279, 280, 281. 282, 283, 286, 289, 290.
Schwangart 76, 77, 80.
Schwerdtfeger 396, 573, 587.
Schwerin, Graf v. 378.
Seabra 222, 262
Sedlaczek 56, 369.
Ségny 337, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 352, 353.
Seitner 101, 108, 110, 111, 112, 313, 314, 315, 320, 321, 322, 325, 326, 327, 328, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 368, 369, 370, 376, 377, 378, 380.
Seitner u. Schimitschek 118.
Seitz 535.
Sernov u. Stackelburg 162.
Sewell 143, 144, 149.
Sheldon 223, 261, 275.
Silvestri 220, 275.
Singh-Pruthi 483, 486.
Skaife 144, 145, 150.
Sladen 143, 144, 150.
Smirnov 38.
Smirnov u. Polejaeff 56, 160.
Smirnov u. Wiolowitsch 56, 159, 160.
Sorauer 307, 420, 441, 682, 701.
Sorhagen 73.
Spessivtseff 536.
Sprengel 57, 59, 80, 396, 420, 441.
Spuler 220, 221, 222, 259, 260, 261, 262, 276, 309.
Staudinger-Rebel 219, 221, 222, 276, 309.
Staudinger u. Wocke 219, 221, 276.
Steiner 81, 82, 91, 291.
Steininger 461, 471.
Stellwaag 56, 57, 80, 384, 396, 419, 420, 436, 441, 682, 702.
Stellwaag u. Sprengel 80.
Stempell 165.
Stichel 283, 290.
Strong 100.
Süreyya Özek 291, 300.
Swaine 181, 214.
Sztarek 146, 150.

T.

Taranukha 574, 587.
Taylor 161, 162,
Teubner 126, 137.
Thalenhorst 396.
Thielmann 169.
Thienemann 565, 587.
Thompson 179.
Thomsen 363, 366, 472, 474, 477.
Timoféeff-Ressovsky 533.
Tischbein 178, 181, 182, 184, 189, 194, 198, 213.
Titschack 72, 152, 155, 160, 478, 483, 484, 486, 585, 587.
Tomazewski 396.
Torka 643, 644, 646.
Tothill 200, 214.
Toxopeus 534.
Trägårdh 82, 91, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322. 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 333, 380.
Trägårdh und Butovitsch, v. 328, 329, 330, 331, 333.
Trappmann 396, 702.
Treischke 73, 217, 221, 276.
Tschorbadjieff 704, 706, 707, 708.
Tubeuf, v. 379, 380, 661.
Tuckeri 75.
Tümpel 642, 646.
Tullgreen 179, 199, 214.
Tutt 219, 222, 223, 232, 276.
Tuxen 363.

U.

Ulmer 646.
Uvarov 544, 587.

V.

Van der Goot 56.
van Emden 352, 353.
Vanselow 56.
van Thiel 141.
van Vollenhoven 194, 213.
Vayssière 378, 380.
Verson 546.
Voelkel 626, 627.
Vogel u. Martini 141.
von der Wense 164, 165.
Voukassovitsch 65.

W.

Wachtl 365, 366, 369, 380.
Wahl 99, 100.
Wallay 380.
Ward 145, 150.
Wardle 189, 214.
Wardzinski 478.
Watson 180, 181, 213,
Watzl 92, 100.
Weber 56, 290, 538.
Weidner 646.
Weis 396.
Wellenstein 548.
Wellmer 165
Wells 144, 145.
Weyer 141.
Wichmand 83, 91.
Wiedemann 3, 56.
Wienhaus 633.
Wiesmann 525.
Wigglesworth 165, 458, 460.
Wilde 73.
Wilke 545, 587.
Wimmer 46, 56.
Winkelmann 396.
Winning, von 215, 259, 260, 261, 262, 263.
Wiolovitsch 38.
With 143, 144, 150
Witterstein 57, 58, 59, 63, 80.
Wocke 73.
Wolff 363, 368.
Worthley 100.
Wünn 703.
Wüstnei 178, 181, 199, 213,

Y.

Yano 380.

Z.

Zacher 167, 380. 447, 449, 450, 453, 456, 459, 460, 643, 646.
Zaddach 206, 208.
Zander 650, 680.
Zarzecki 472, 477.
Zeller 102, 218, 219, 221, 242, 260, 261, 262, 263, 272, 276, 589.
Zillig 60, 68, 70, 71, 74, 77, 80.
Zschokke 75, 80.
Zumpt 337, 340.
Zwölfer 4, 5, 56, 58, 80, 127, 128, 130, 141, 176, 186, 213, 227, 228, 231, 276, 291, 383, 533, 544, 545, 546, 547, 548, 558, 565, 568, 570, 571, 581, 584, 587.

Sachregister.

A.

abietis Cr. 114, 525, 526, 527, 528.
— H. 114.
— M. 367.
— Sc 41.
Acanthoscelides obtectus 460.
Acarapis 146.
aceris A. 281.
Acronycta aceris 281.
Actia pilipennis 272, 273.
aculeata H. 351.
aculeatus M. 365, 366.
Adelginae 53.
affinis E. 272, 273.
— L. 112.
Agelastica alni 281.
Agrotini 162.
Agyrophylax limaculata 189.
albifrons M. 366, 375.
alboannulatus D. 472.
albopictus H. 189, 214.
albovittata L. 645.
alcis H. 350.
Allowithius simoni Balz. 143.
alni A. 281.
alniella L. 309.
alternans P. 272.
ambiguella Cl. 57. 58, 60, 61, 65, 66, 67, 71. 72, 73, 75, 78, 79, 80, 85, 90, 275.
Amblymerus 473.
ambustana T. 217, 218, 219.
Amicroplus infirmus 108, 116, 668.
amitinus I. 115, 120, 301.
Amphidasis betularia 202.
amygdali E. 364, 365.
— S. 85.
Anatis ocellata 41.
Andresi Ph. 292, 298, 300.
angustifrons H. 350.
Anilastus boops Thoms. 116.
annulator Cr. 189.
Anobiidae 112.
Anobium striatum 85, 112, 119.
Anopheles 138, 139, 140.
— maculipennis 125, 126, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 139, 140, 141.
— — atroparvus 125, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139.
Anopheles maculipennis messae 125, 127, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139.
— — typicus 125, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139.
antennatus P. 118, 124.
Anthaxia quadripunctata 112.
Anthocoris 40.
Anthonomus pomorum 76, 79.
- varians Payk. 114
Anthribide 708.
Anthribus fasciatus 708.
Apanteles lacteus 272, 273.
— xanthostigmus 272.
Apate 85.
Aphidae 117.
Aphidecta obliterata 41.
Aphidius pini Haliday 118.
Aphrophora salicis 310.
Aporia crataegi 76.
aptèrus P. 289.
armatus Ph. 292, 298, 299, 300, 301, 302 303.
Asaphes vulgaris Wald 118.
Aspidiotus destructor 161.
— perniciosus 92, 100.
ater H. 114.
atratula L. 40.
atricornis C. 114.
atripalpis H. 350.
Aubei Ph. 293, 303.
augur S. 649, 654, 655, 656, 657, 662, 667.
aulicus M. 189.
auricoma E. 114, 115.
auronitens E. var. turcicus 308, 309.
austeni H. 350.
autographus Dr. 115.
autumnalis M. 538.
azureus Rh. 114.

B.

baccarum P. 289.
bajulus H. 91, 680.
Ballesterii M. 366.
balteatus S. 118.
Barbitistes constrictus 642, 643, 644, 645.
— oczkayi 644, 645.
beauvoisi, G. 143.

bengalensis St. 338, 339, 341, 348.
betulae B. 78.
betularia A. 202.
bicolor Ph. 293, 303.
bidens P. 278, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 289, 290.
Bigoti M. 219, 223, 272.
bilineata St. 343, 348, 353.
bipunctata C. 41.
bipustulatus Ch. 41.
biselliella T. 585, 587.
bistridentatus P. 115, 120.
Bombus lapidarius L. 146.
Bombyx mori 573, 586.
boops A. 116.
Borkhausenia stipella 110, 116.
borriesi M. 366, 373.
bostrychorum C. 115.
botrana P. 57, 58, 60, 61, 65, 66, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 85, 90, 275.
boucheanus D. 473.
boueti St. 339, 348.
bouffardi St. 339, 340.
bouvieri St. 339.
— St. v. clara 339.
bovina L. 347.
Blastophagus piniperda 320.
Blattoidea 646.
Blothrus spelaeum 143.
Braconidae 272, 601.
Bracon leucogaster 83.
— occulator var. Nees 115.
Bradyporinae 539.
brassicae P. 75, 396, 478.
Braula coeca 146, 148.
Bravaisi G. 143.
brevicaudis M. 366.
Bruchophagus 363, 365.
Bruchus obtectus 544, 586.
— quadrimaculatus 442, 450, 460.
bruneum O. 113.
Brunneus L. 680.
brunnipes St. 339, 348, 353.
bucephala Ph. 278, 483.
bulgariense E. n. sp. 703.
bulgariensis Ph. 704.
Bupalus piniarius 383, 391, 393, 394, 395, 573, 587.
Buprestidae 112.
Bytiscus betulae 78.

C.

Cacoecia costana 77.
— fumiferana 181
— piceana L. 110, 116.
caesarion C. 538.
calcitrans S. 538.
— St. 340, 341, 342, 348, 353.
— St. v. soudanense 339, 340.
Callimomidae 379.
Callimominae 363.
Calocampa exoleta 220
Calyptus atricornis Rtz. 114.
Calyptus vagans Ruthe 114.
Camponiscus Newn 172.
Camponotus herculeanus L. 117.
— ligniperdus L. 117.
Campoplexus convexus Tischb. 199.
Camptoptera 272.
cancroides Ch. 142, 143, 144, 145, 146, 148, 149.
canescens N. 591, 601, 602.
Cantharidae 112.
Cantharis fibulata 112.
Carausius morosus 151, 160.
Cassida nebulosa 587.
cembrae C. 115, 117, 121, 122, 123.
— L. 111, 117, 118.
coeca Br. 146, 148.
Cerambycidae 113.
Ceraphron piceae 40.
— syrphi Bé 40.
Ceratostomella pini 673.
Chaetostricha mukerji 460.
Chalcididae 189, 272, 363, 379, 708.
Chalcis intermedia 272.
chalcographus P. 115, 332.
Cheiridium muscorum 142.
Chelifer cancroides 142, 143, 144, 145, 146, 148, 149.
— exiguus Tullg. 143.
— fulleri 143.
— sculpturatus Lew. 143, 149, 150.
Chelonethi 142.
Chermes 40.
— abietis 525, 526, 527, 528.
— funitectus Dreyf. 55.
— Nordmannianae Eckst. 8.
— nüsslini C. B. 1, 54.
— piceae 40, 55.
— sibiricus 37, 109.
— viridis 525, 526, 527, 528.
Chernes cimicoides 142.
Chetidura sp. 115.
Chilocorus bipustulatus 41.
chinensis H. i. itt. 344, 345.
Chionaspis salicis L. 38, 56, 160.
Chiridium muscorum 142.
chrysocephala St. 340, 341.
chrysocomus O. 114.
Chrysobothris 293.
— igniventris 292, 293, 294, 295, 296, 298.
— solieri 293.
Chrysolampus piceae 40.
Chrysomelidae 113
chrysorrhoea E. 383, 390, 544, 586
Cimbex hemipterus 533.
— lectularia 533.
cimicoides Ch. 142.
Cinara cembrae Seitn. 117, 121, 122, 123.
cinctus H. 113, 115.
Clerus formicarius L. 114, 115.
clypealis D. 115.
Clysia ambiguella 57, 58, 60, 61, 65, 66, 67, 71, 78, 80, 85, 90.
Clytus lama Muls. 113.

Clytus pilosus 85.
Coccidae 118, 703.
Coccinella bipunctata 41.
Coccinelliden 40, 41.
coccorum P. 40.
Coelapistnia nematica 189.
Coelichneumon fuscipes 189.
Coeloides bostrychorum Gir. 115.
— filiformis Rtz. var. Seitneri 114.
Coleoptera 112
collaris M. 365, 380.
compta D. 220.
Conchylis ambiguella 275.
concolor M. 353
— St. 349, 353.
coniferana L. 109. 116.
connexella L. 309
constrictus B. 642, 643, 644, 645.
convexus C. 199.
Copeognatha 146.
copiosella O. 110, 117.
corni E. 99.
Corymbites pectinicornis 112.
Cosmophorus cembrae Rusch. 115.
— Henscheli Ruschka 115, 118.
costana C. 77.
cramerella L. 309.
crassipalpis H. 343, 350.
crataegi A. 76.
Cratichneumon annulator 189.
Cryphalus abietis Rtz. 114.
— piceae 302.
Cryptocephalus maurus 113.
cryptomeriae M. 366, 376.
Cryptolucilia caesarion 538.
Crypturgus pusillus Gyll. 114.
Cryptus minator 83, 84, 189.
cunicularius H. 537.
Curculionidae 113.
curvidens I. 302.
cyaneus S. 648.
Cydia pomonella 75.
Cynipiden 365.

D.

dacnusa St. 349.
deplana L. 644.
depressus P. 113.
Deracanthinae 539.
dermestoides H. 659.
Derodontidae 113.
destructor A. 161.
Dianthoecia compta 220.
Dibrachys boucheanus 473.
Diglochis lophyrorum 473.
— spec. 189.
diniana S. 110, 116.
Dinotus clypealis Thoms. 115.
— sp. 115.
Diprion 472, 477.
— pini 473.
— rufum 472.
Dirhicnus 472.
Dirhicnus alboannulatus 472.
— magnicornis 472, 473.
discalis St. 338, 341.
dispar P. 546, 574, 586, 587.
— Ph. 464.
divinatorius L. 677, 679.
Dixippus morosus 151, 160
domestica M. 538
domesticus O. 81, 83, 84, 85.
Doryctes gallicus 297. 298.
doryphora St. 349, 353.
Dreyfusia 47.
— nordmannianae Eckst. 54.
— nüsslini C. B. 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 19, 22, 36, 37, 39, 41, 42, 46, 53, 54, 56.
— piceae 7, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 19, 53, 54.
— Schneideri 28.
Drosophila funebris 533.
— melanogaster 533.
druparum S. 364, 379.
Dryocoetes autographus Rtz. 115.
dubitalis St. 349.
duplex Pl. 173.
Dytiscus marginalis 544, 586.

E.

ecksteini P. 473.
Einzelreferate 538.
Elachertus affinis 272, 273.
Elachistus affinis 272, 273.
Elasmostetus griseus 278.
Elateridae 112.
Ellingsenius 149.
— fulleri H. G. 143, 145.
— sculpturatus Lew. 143, 144, 145, 146.
Ellopia prosapiaria L. var. prasinaria Hbn. 116.
elongatulus L. 117.
emberizaepenella 309.
Entedon auronitens var. turcicus 308, 309.
Ephestia kühniella 86, 588, 589, 590, 594, 596.
Ephialtes continuus Ratz. 205.
— manifestator 83, 84.
— sp. 114.
Ephippigerinae 539.
Episernus granulatus 112, 119.
Epuraea rufomarginata Steph. 115.
eques Th. 117.
equina L. 347.
— L. n sp. 347, 348.
Erichsoni L 113, 213.
Erichsonii N. 170, 173, 174, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 187, 188, 189, 193, 195, 196, 199, 205, 206, 212, 213, 214.
Eriosoma lanigerum Hausm. 8.
Ernobius sp. 113.
erosus I. 297.
erythrocephala L. 117.
Etroxys 473.

Eulecanium bulgariense n. sp. 703, 704, 706.
— corni 99.
Eupithecia lanceata Hbn. 116.
Euproctis chrysorrhoea 383, 390, 544, 586.
Eurytoma 363, 365.
— amygdali 364. 365.
— auricoma Mayr. 114, 115.
— eurytomae 364.
Erytominae 363.
Eutelus 473
evanescens Tr. 272.
Evetria 107.
— turionana Hb. var. mughiana Zell. 101, 102, 103. 104, 105, 108, 116, 118.
exigua H. 352.
Exochomus quadripustulatus L. 41.
exoleta C. 220.
expers Tr. 205.
exsecta F. 408, 414.

F.

fasciatus A. 708.
fasciculata P. 113.
ferrugineus P. 114.
— Rh. 114, 116.
festiva P 292, 293, 303.
fibulata C. 112.
filicornis P. 189.
filiformis C. 114.
flammea P. 49.
flavicornis H. 351.
flavipes L. 113.
floralis N. 272.
Formica exsecta 408, 414.
— exsecta pressilabris 414.
— rufa 118, 397, 405, 408, 411. 413, 414, 418.
— rufa rufa 414.
— rufa pratensis 414.
— rufa rufo-pratensis 413, 414.
— sanguinea 407.
— truncicola 414.
formicarius Cl. 114, 115.
Formicidae 117.
frontalis M. 114.
— Sc. 41.
Frontina thendredinarum Towns. 189.
fucorum G. 146.
fulleri Ch. 143.
— E. 143, 145.
fumiferana C. 181.
funebris D. 533.
funitectus Ch. 55.
fuscicornis Ph. 272, 273.
— T. 649, 654, 661, 662, 664, 666, 668, 671, 672, 673, 674, 675, 679.
fuscipes C. 189.

G.

Galleria mellonella 146
— mellonella L. 678, 679.
gallicus D. 297, 298.
Gamasus fucorum Deg. 146.
Garypus beauvoisi Sav. 143.
— Bravaisi Gervais 143.
Gastracanthus 473
— rubi 580.
Gelechiidae 117.
Geometridae 116
gigas S. 648, 649, 651, 653, 660, 662, 667, 668, 671.
glabratus H 114, 119.
glauca St. 353.
Glischrochilus quadripustulatus L. 115.
Glossina palpalis 340.
Gobertii Ph. 115.
grandiclava P. 114, 119.
granulatus E. 112, 119.
Grapholita turionana 101.
griseiceps St. 341.
griseola St. 349, 353.
griseus E. 278

H.

Haematobia 350.
— chinensis i. litt. 344, 345.
— crassipalpis 343.
— lutosa 345.
— nudinervis 344.
— rufipes 344.
— sanguinolentus 344.
— sanguisugens 344.
— sinensis 344, 345.
— spec. 344.
— squalida 345.
— stimulans 344, 538.
Haematopinus suis 86.
Haematostoma alcis 350.
— aculeata 351.
— angustifrons 350.
— atripalpis 350.
— austeni 350.
— crassipalpis 350.
— exigua 352.
— hirtifrons 351.
— irritans 352.
— latifrons 351.
— latirostris 352.
— maculosa 352.
— mallochi 351.
— minuta 352.
— perturbans 351.
— praedatrix 351.
— punctigera 352.
— sanguinaria 352.
— sanguinolentus 351.
— sanguisugens 351.
— schillingsi 352.
— sinensis 351.
— spinigera 352.
— squalida 351.
— stimulans 351.
— thirouxi 352.
— tittilans 352.
— uniseriatus 351.
— woosnami 352.

halophila St. 349.
Haphosphata 346.
Harmolita 363, 365.
hastata St. 341, 342, 349.
Hebarana 217.
hebetor M. 590, 601.
heegeriella L. 309.
hellenica M. 291.
hemipterus C 533.
Hemiteles sp. 116.
Henscheli C. 115, 118.
— P. 115, 118.
herculeanus C. 117.
hermineana T. 218, 219.
hirtifrons H 351.
Holocneme Konow 172.
hovas St. 349.
Hydrotaea irritans 538.
— meteorica 538.
— tuberculata 538.
Hylastes ater Payk 114.
— cunicularius 537.
Hylobius abietis L. 114.
Hylocoetes dermestoides 659.
Hylotrupes bajulus 91, 680.
Hylurgops glabratus Zett. 114, 119.
— palliatus Gyll. 114.
Hymenoptera 117, 213.
Hypamblys albopictus Grav. 189, 214.
Hyponomeutidae 117.

I.

Ichneumoniden 189, 199, 272.
igniventris Chr. 292, 293, 294, 295, 297, 298.
imperfectus P. 173.
impexus S. 41.
impressus Tr. 205.
inamurae M. 366, 375.
incubitor S. 189.
incursata L. 116.
indica St. 339, 342, 343, 349.
infirmus A. 108, 116, 660.
inornata St. 341, 342, 343, 349.
inquilinus L. 678, 679.
insolatana T. 219.
intermedia Ch. 272.
— St. 339.
Ips amitinus 115, 120, 301.
— curvidens 302.
— erosus 297.
— laricis Fabr. 116.
— typographus 301, 319, 320, 324, 327, 332.
iridescens L. 161.
irritans H. 352, 538.
— L. 345, 347, 538.
— L. v. typica 345.
— L. v. rufifrons 345.
— L. v. meridionalis 345.
— L. v. Weissi 345, 346.
Isosoma 363, 365.
— orchidearum 365.

J.

jo V. 279, 281, 483.
juvencus P. 649, 650, 652, 654, 658, 659, 662, 667, 668, 671, 672, 675.

K.

Knoteki P. 115, 120.
korogwensis St. 340.
kühniella E. 86, 588, 589, 590. 594. 596.

L.

Lachnus cembrae 111, 118.
lacteus A. 272. 273.
laevigatus Qu. 115
laevipes Ph. 464, 466.
Lamachus marginatus Thoms. 117.
lama Cl. 113.
lanceata E. 116.
lanigerum E. 8.
lapidarius B. 146.
lapidella L. 309.
laportella L 309.
lardaria P. 538.
laricis M. 366, 375.
Larentia incursata Hübn. 116.
— variata Schiff. var. cembrae Kitt. 116, 118, 121.
laricella L. 200.
laricis I. 116.
— L. 170, 172, 185, 193, 195, 199, 200, 202, 203. 204, 205, 206, 207, 208. 212.
laricivorus L 193.
Laricobius Erichsoni 113.
lasiocarpae M. 366, 372.
Laspeyresia coniferana 109, 116.
— strobilella 366.
laticornis S. 308.
latifrons H. 351.
latipennis St. 343.
latirostris L. 347.
latirostris H. 352.
Lecanium 703.
lectularia C. 533.
lentus N. 115.
Lepidoptera 116.
Lepidosaphes ulmi L. 38, 56, 160.
Lepinotus inquilinus Heyd. 678, 679.
— reticulatus End. 677, 679.
Leptocerus Kmo. 172.
Leptophyes albovittata 645.
Leptopus 172.
leucogaster B. 83.
leucodactylus Tr. 205.
Leucopis atratula 40.
Levuana iridescens 161.
ligniarius Rh. 114.
ligniperdus C. 117.
limaculata A. 189.
limbata St. 342.
linearis O. 85, 91.
lineatus H. 114.

Liposcelis divinatorius Müll. 677, 679.
Lithocolletis 309.
— alniella 309.
— connexella 309.
— cramerella 309.
— emberiziaepenella 309.
— heegeriella 309.
— laportella 309.
— platani 292, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309.
Lithosia deplana 644.
Litomastix sp. 116.
Lonchaea Seitneri Hend 115.
longipalpis L. 346.
lophyrorum D. 473.
Lophyrus 183, 185, 186, 198, 203, 472.
— elongatulus Klug. 117.
— rufus Rtz. 117.
— similis Htg. 117.
Ludius affinis 112.
Luffia lapidella 309
lugens Pt. 473.
Luperus flavipes 113.
luridus Tr. 278, 281, 282, 286, 287, 289.
lutosa H. 345.
Lyctus brunneus 680.
— spp. 680
Lyda 185,
— erythrocephala L. 117.
Lygaeonematus 172.
— Erichsoni Htg. 213.
— laricella 200.
— laricis 170, 172, 173, 185, 193, 195, 199, 200, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 212.
— laricivorus 193.
— pini 620, 621.
— wesmaeli 170, 173, 185, 193, 194, 196, 197, 198, 199, 200, 203, 204, 205, 212, 214.
Lygocerus sp. 118.
Lymantria monacha 383, 386, 391, 394, 543, 544, 559, 562, 566, 575, 585, 587, 628.
Lyperosia 344, 351.
— bovina n. sp. 347.
— equina 347, 348.
— exigua 346.
— irritans 345, 538.
— irritans v. meridionalis 345.
— — v. rufifrons 345, 346.
— — v. typica 345.
— — v. Weissi 345, 346.
— latirostris 347.
— longipalpis 346.
— maculosa 346.
— minuta 346.
— potrix 346.
— rufipalpis 346.
— sanguinaria 346.
— scolopax n. sp. 347.
— thirouxi 346, 347.
— titillans 347, 348.
— woosnami 346.

M.

maculipennis A. 125, 126, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 137, 139, 140, 141.
— atroparvus A. 125, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140.
— messae A. 125, 127, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140.
— typicus A. 125, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 140.
maculipennis Pl. 110, 117, 165.
maculosa H. 352.
— L 346.
Magdalis frontalis Gyll. 114.
— Weisei Schreiner 114.
magnicornis D. 472, 473.
magus T. 649, 673, 675.
Malacosoma neustria 383, 390.
mallochi H. 351.
Mallophagen 487.
manifestator E. 83.
Marchalina hellenica 291.
marginalis D. 544, 586.
marginatus L 117.
— S. 289.
mauritanicus T. 89, 601.
maurus Cr. 113
Megastigmus 363, 365, 366, 372, 374, 375, 376, 378, 379, 380.
— abietis 367, 368, 369, 377.
— aculeatus 365, 366.
— albifrons 366, 375.
— Ballesterii 366.
— borriesi 366, 373.
— brevicaudis 366
— collaris 365, 380.
— cryptomeriae 366, 376.
— inamurae 366, 375.
— laricis 366, 375.
— lasiocarpae 366, 372.
— nigrovariegatus 366.
— piceae 366, 367, 369, 370, 371.
— pictus 365, 366, 369, 380.
— pinus 366, 372, 374, 377.
— pinus crosbyi 366, 367, 371, 372.
— marginatus 366.
— pistaciae 366.
— rafni 366, 377.
— Seitneri 366, 374, 375.
— specularius 366, 373.
— spermotrophus 365, 366, 367, 372, 373, 374, 376, 377, 378, 379, 380.
— spermotrophus canadensis 366, 374.
— strobilobius 363, 365, 366, 367, 368, 369, 375, 377, 378, 380.
— suspectus 365, 366, 367, 369, 370, 377, 378.
— suspectus var. pinsapinis 367, 371.
— thuyopsis 367, 376.
— tsugae 367, 373.
— Wachtli 367, 375, 376.
melanogaster D. 533.
mellonella G. 146.

meridiana M. 538.
Mesembrium meridiana 538.
mesocorides Tr. 205.
Mesoleius aulicus 189.
— tenthredinis Morl. 188, 192, 213.
Meteorus scutellator var. unicolor 116.
meteorica H. 538.
Microbracon hebetor 590, 601.
microcincta M 189.
Microcryptus microcincta 189.
Microgaster spec. 189.
micrographus P. 115.
minator Cr. 83, 189.
minuta H. 352.
— L. 346.
molitor T. 86.
mollis O. 85.
monacha L. 383, 386, 391, 394, 543, 544, 559, 562, 566, 575, 585, 587, 628.
Monochamus sutor L. 113.
Morellia sp. 538.
mori B. 573, 586.
Morinia Bigoti 219, 223, 272.
morosus C. 151, 160.
— D. 151, 160.
mukerji Ch. 460.
Musca autumnalis 538.
— concolor 353.
— domestica 538.
— occidentis 353.
— tempestiva 538.
muscorum Ch. 142.
— N. 142.
— O. 142.
mutillatus Tr. 205.
Mydaeinae 353.
Myxexorista roseanae 272.

N.

navale T. 601.
neavei St. 342.
nebulosa C. 587.
nematica C. 189.
Nematiden 169.
Nematini 171, 172.
Nematus 278, 624, 625, 626.
— Erichsonii Htg. 170, 173, 174, 176, 177, 178, 180, 182, 183. 184, 185, 187, 188, 189, 193, 195, 196, 199, 205, 206, 212, 213, 214.
— solea 194.
Nemeritis canescens 591, 601, 602.
Nemorilla floralis 272.
Neobisium muscorum 142.
neustria M. 383, 390.
Niepeltia platani 304.
niger O. 113.
nigra St. 338, 339, 343, 349, 353.
nigridens Ph. 272.
nigripes Rh. 112.
nigrinus S. 41.
nigrovariegatus M. 366.
nitidulus Rh. 116.
noctilio P. 649, 662, 667, 668.
nordmannianae Dr. 54.
notatus P. 297.
nudinervis H. 344.
Nudobius lentus Grav. 115.
nüsslini Ch. 54.
— Dr. 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 19, 22, 36, 37, 39, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 56.

O.

Oberea linearis 85, 91
Obisium muscorum C. S. Koch 142.
— muscorum Leach 142.
— spelaeum 143.
obliterata Aph. 41.
oblongopunctatus St. 339
Obrium bruneum Fbr. 113.
obtectus A. 460.
— B. 544, 586.
occidentis M. 353.
occulator Br. 115.
occultus P. 205.
ocellata A. 41.
ochrosoma St. 341, 350.
Ocnerostoma copiosella 110, 117.
oczkayi B. 644, 645.
Oedematopsis sabricula 272.
Oenophthira pilleriana 77.
Oidium Tuckeri 75
omega St. 341, 342, 350.
Ophion 602.
Opilo 85, 86, 87, 88, 89, 90.
— domesticus 81, 83, 84, 85
— mollis 85.
— pallidus 85.
orchidearum I. 365.
Orthoptera 646.
Orthopteroidea 646.
Otiorrhynchus chrysocomus Germ. 114.
— niger Fabr. 113.
— salicis Ström. 114.
— sulcatus 78.
ovatus Pl 173, 185, 208, 212.

P.

Pachyceras xylophagorum Rtz. 114, 115.
Pachynematus imperfectus Zadd. 173.
pallida St. 342, 350, 353.
palliatus H. 114.
pallidus O. 85.
Palomena viridissima 278.
palpalis G. 340.
panicea S. 87.
Panolis flammea Schiff. 49.
Paraphaedon tumidulus 460.
parvulus Pl 161.
Paururus 652, 653, 654, 664, 673, 675, 677, 678, 679.

Paururus juvencus 649, 650, 652, 654, 658, 659, 662, 667, 668, 671, 672, 675.
— noctilio 649, 662, 667, 668.
pectinicornis C. 112.
pectoralis Pl. 173, 185, 206, 207, 212.
Pediculoides ventricosus 161, 590, 601.
Pemphigus (Holzneria) poschingeri Holzner 55.
Pentatoma baccarum 289.
— rufipes 278, 282, 283, 287, 288, 289.
Pentatomide 278, 284, 289.
Perilampus 189.
Perilissus filicornis 189.
perniciosus A. 92, 100.
Peronospora 75.
perturbans H. 351.
pexops Z 189, 214.
Pezomachus sp. 116.
Phaeogenes fuscicornis 272, 273.
— nigridens 272.
Phalera bucephala 278, 483.
Phaonia Gobertii Mik. 115.
phantoma S. 648, 649, 671.
Phaoniinae 353.
Phaonitinae 353.
Philaenus spumarius 292, 309, 310.
Philodromus dispar 464.
— laevipes 464, 466.
Phloeosinus Andresi 292, 298, 300.
— armatus 292, 298, 299, 300, 301, 302, 303.
— Aubei 293, 303.
— bicolor 293, 303.
Phycitinae 588, 589.
Phylloxeridae 53, 118.
Physokermes bulgariensis 704.
— sp. 706, 708.
piceae C. 40.
— Ch. 40, 55.
— Chr. 40.
— Cr. 302.
piceae Dr. 4, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 19, 53, 54.
— M. 366, 367.
— R 378.
piceana C. 110.
Picromerus bidens 278, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 289, 290.
pictus M. 365, 366, 380.
Pieris brassicae 75, 396, 478, 485.
pilipennis A. 272.
pilleriana O. 77.
pilosus C. 85.
Pimpla alternans 272.
pineti S. 110, 116.
Pineus sibiricus Chdky. 118, 123, 124.
pini A. 118.
— C. 673.
— Dipr. 473.
— L. 620.
— P. 114.
piniarius B. 383, 391, 393, 394, 395, 573, 587.
piniperda Bl. 320.
pinus M. 366, 372, 374.
Pissodes notatus 297.
— pini L. 114.
pistaciae M. 366.
pityocampa Th. 297.
Pityogenes bistridentatus Eichh. 115, 120.
— chalcographus L. 115. 332.
Pityophagus ferrugineus L. 114.
Pityophthorus Henscheli Seit. 115, 118.
— Knoteki Reitt. 115, 120.
— micrographus L. 115.
Plasmopora viticola 75.
platani L. 292, 303, 304, 305, 307, 308, 309.
— N. 304.
Platycampus 172.
— duplex Lep. 173.
— ovatus Zadd. 173, 185, 208, 212.
— pectoralis Lep. 173, 185, 206, 207, 212.
Platyterma ecksteini 473.
Pleurotropis parvulus 161.
plurinotata St 342.
Plutella maculipennis 110, 117, 165.
Poecilonota festiva 292, 293, 303.
Pogonochaerus fasciculata Deg. 113.
Polietes lardaria 538.
Polyblastus subalpinus Holmgr. 117.
Polychrosis botrana 57, 58, 60, 61, 65, 66, 71, 78, 80, 85, 90, 275.
Polygraphus 118, 332.
— grandiclava Thoms. 114, 119.
pomonella C. 75.
pomorum A. 76, 79.
Porthetria dispar 546, 574, 586, 587.
poschingeri P. 55.
potrix L. 346.
praedatrix H. 351.
Praon volucre Hal. 118.
pratti St. 341, 342.
Promecotheca reichei 161.
pronubana T. 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 232, 233, 238, 242, 246, 248, 250, 251, 255, 258, 259, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276.
prosapiaria E 116.
Pseudopolygraphus n. gen. 118.
Pseudoscorpionidea 149.
Psychidae 116.
Pteromaliden 472.
Pteromalus coccorum 40.
— occultus 205.
Ptinus subpilosus 113.
— lugens 473.
— puparum 472.
— rufiventris 473.
— subfumatus 473.
Ptychomyia selecta Meig. 199.
Ptychopoda seriata 140.
pulla St. 350.
punctigera H. 352.
puparum Pt. 472.
pusilla St. 342.

pusillus Cr. 114.
Puto antennatus Sign. 118, 124.
Pycnogastrinae 539.
Pyralidae 588, 589.
Pyrrhidium sanguineum 298.
Pyrrhocoris apterus 289.
Pythidae 113.
Pytho depressus 113.

Q.

quadrifasciata S. 469.
quadrimaculatus B. 442, 450, 460.
quadripunctata A. 112.
quadripustulatus E. 41.
— Gl. 115.
Quedius laevigatus Gyll. 115.

R.

rafni M. 377.
reichei Pr. 161.
Resseliella piceae 378.
Rhagium sp. 113.
Rhagonycha nigripes 112.
— sp. 112.
Rhaphidia sp. 113.
Rhizophagus ferrugineus L. 114, 116.
— nitidulus Fabr. 116.
rhodainica St. 342, 343.
Rhopalicus azureus Rtz. 114.
— suspensus Rtz. 114, 115.
Rhoptocentrus 83.
Rhynchota 117.
Rhyncolus ligniarius Marsh. 114.
ribesii S. 469.
roseanae M. 272.
— Z. 272.
rubi G. 580.
rufa F. 118, 397, 405, 408, 411, 413, 414, 418.
rufipalpis L. 346.
rufipes H. 344.
— P. 278, 282, 283, 287, 288, 289.
rufiventris Pt. 473.
rufomarginata E. 115.
rufum D. 472.
rufus L. 117.
rugulosus Sc. 85.

S.

Sacchiphantes (Chermes) abietis 525.
salicis A. 310.
— Ch. 38, 56, 160.
— O. 114.
sanguinaria H. 352.
— L. 346.
sanguinea F. 407.
sanguineum P. 298.
sanguinolentus H. 344, 351.
sanguisugens H. 344, 351.
scabricula O. 272.
Scatophaga stercoraria 538.
schillingsi H. 352.
Schizonotus 472, 475.
Schizonotus sieboldi 472
Schneideri Dr. 28.
scolopax L. 347.
Scolytidae 114.
Scolytus amygdali 85.
— rugulosus 85.
sculpturatus Ch. 143, 149, 150.
— E. 143, 144, 145, 146.
scutellator M. 116.
Scymnus abietis 41.
— frontalis 41.
— impexus 41.
— suturalis 41.
— nigrinus 41.
Seitneri L. 115.
— M. 366.
selecta P. 199.
seleniticus S. 40.
Semasia diniana 110, 116
semblidis Tr. 272.
separabilis St. 350.
seriata P. 140.
sericeicornis S. 308.
sexvittata St. 343.
sibiricus Ch. 37, 109.
— P. 118, 123, 124.
sieboldi S. 472.
Silocryptus incubitor 189.
similis L. 117.
simoni Al. 143.
— W. 143.
sinensis H. 344, 345, 351.
Sinoxylon 85
Sirecidae 539.
Sirex 652, 653, 654, 658, 661, 662, 664, 673, 675, 677, 678, 679.
— augur 649, 654, 655, 656, 657, 662, 667.
— cyaneus 648.
— gigas 648, 649, 651, 653, 660, 662, 667, 668, 671.
— phantoma 648, 649, 671.
Siricinae 647.
sitiens St. 343, 350.
Sitodrepa panicea 87.
solea N. 194.
Solenobia pineti 110, 116.
solieri Chr. 293.
spectrum X. 649, 652, 653, 654, 663, 672, 673, 677, 679.
specularius M. 366, 373.
spelaeum Bl. 143.
— O. 143.
spermotrophus M. 365, 366, 367, 372, 373, 374, 376, 377, 378, 379, 380.
spinigera H. 352.
spumarius Ph. 292, 309, 310.
squalida H. 345, 351.
Steganoptycha diniana 110, 116.
stercoraria S. 538.
stimulans H. 344, 351, 538.
stipella B. 110.
Stomoxyidinae 337.
Stomoxys 344, 353.

Stomoxys bengalensis 338, 339, 341, 348.
— bilineata 343, 348, 353.
— boueti 339, 348.
— bouffardi 339, 340,
— bouvieri 339.
— bouvieri v. clara 339.
— brunnipes 339, 348, 353.
— calcitrans 340, 341, 342, 348, 353, 538.
— calcitrans v. soudanense 339, 340.
— chrysocephala 340, 341.
— concolor 353.
— dacnusa 349.
— discalis 338, 341.
— doryphora 349, 353.
— dubitalis 349.
— flavida 341.
— glauca 353.
— griseiceps 341.
— griseola 349, 353.
— halophila 349.
— hastata 341, 342, 349.
— hovas 349.
— indica 339, 342, 343, 349.
— inornata 341, 342, 343, 349.
— intermedia 339.
— korogwensis 340.
— latipennis 343.
— limbata 342.
— neavei 342.
— nigra 338, 339, 343, 349, 353.
— oblongopunctatus 339.
— ochrosoma 341, 350.
— omega 341, 342, 350.
— pallida 342, 353.
— plurinotata 342.
— pratti 341, 342.
— pusilla 342.
— rhodainica 342, 343.
— separabilis 350.
— sexvittata 343.
— sitiens 343, 350.
— taeniata 343, 350.
— transvittata 350.
— triangularis 350.
— varipes 350, 353.
— xanthomelas 350.
Strangalia quadrifasciata 469.
striatum A. 85, 112, 119.
strobilella L. 366.
strobilobius M. 363, 365, 366, 367, 375, 377, 378, 380.
subalpinus P. 117.
subfasciatus Z. 459.
subfumatus Pt. 473.
subpilosus P. 113.
suis H. 86.
suspectus M. 365, 366, 367, 377, 378.
suspensus Rh. 114, 115.
sutor M. 113.
suturalis Sc. 41.
Sympiesis laticornis 308.
— sericeicornis 308.
— turcicus 307, 308.
Syntomaspis 363, 364.
— druparum 364, 379.
— eurytomae 364, 380.
Syromastes marginatus 289.
syrphi C. 40.
Syrphus 41.
— balteatus Deg. 118.
— ribessii 469.
— seleniticus Ng. 40.
— sp. 118.

T.

Tachinen 189, 199.
taeniata St. 343, 350.
tempestiva M. 538.
Tenebrioides mauritanicus 89, 601.
Tenebrio molitor 86.
Tenthredinidae 117, 171, 213.
tenthredinis M. 188, 192, 213.
Tenthredinoidea 212.
Tenthredo sp. 117.
Tetropium sp. 113.
Tettigonidae 539.
Thaumetopoea pityocampa 297.
thendredinarum Fr. 189.
thirouxi H. 352.
— L. 346, 347.
Thorocampus eques Htg. 117.
thuyopsis M. 367, 376.
tineivorus T. 590, 601.
Tineola biselliella 585, 587.
titillans H. 352.
— L. 347, 348.
Tortricidae 116.
Tortrix ambustana 217, 218, 219.
— pronubana Hübn. 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 232, 233, 238, 242, 246, 248, 250, 251, 255, 258, 259, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276.
— hermineana 218, 219.
— insolatana 219.
Toryminae 363, 365.
transvittata St. 350.
Tremex fuscicornis 649, 654, 661, 662, 664, 666, 668, 671, 672, 673, 674, 675, 679.
— magus 649, 673, 675.
triangularis St. 350.
Tribolium navale 601.
Trichogramma evanescens 272
— semblidis 272.
— spec. 189.
Triphaenini 162.
trivittata T. 469.
Troilus luridus 278, 281, 282, 286, 287, 289.
truncicola F. 414.
Tryphon expers Rtzb. 205.
— impressus Grav. 205.
— leucodactylus Rtzb. 205.
— mesocorides Rtzb. 205.
— mutillatus Rtzb. 205.

Tryphon utilis Tischb. 199.
tsugae M. 367, 373.
tuberculata H. 538.
Tubifera trivittata 469.
tumidulus P. 460.
turcicus S. 307, 308.
turionana Ev. var. mughiana 101, 102, 103, 104, 105, 108, 116, 118.
— Gr. 101.
Typhlodromus tineivorus 590, 601.
typographus L. 115, 301, 319, 320, 324, 327, 332.
— L. 115.

U.

ulmi L. 38, 56, 160.
uniseriatus H. 351.
urticae V. 483.
utilis Tr. 199.

V.

vagans C. 114.
Vanessa jo 279, 281, 483.
— urticae 483.
varians A. 666.
variata L. 116, 118, 121.
varipes St. 350, 353.
ventricosus P. 161, 590, 601.
viridis C. 525, 526, 527, 528.
viridissima P. 278.
viticola Pl. 75.
volucre Pr. 118.
vulgaris A. 118.

W.

Wachtli M. 367, 375, 376.
Weisei M. 114.
wesmaeli L. 170, 173, 185, 193, 194, 196, 197, 198, 199, 200, 203, 204, 205, 212, 214.
Withius simoni Balz. 143.
woosnami H. 352.
— L. 346.

X.

xanthomelas St. 350.
xanthostigmus A. 272.
Xeris spectrum 649, 652, 653, 654, 663, 672, 673, 677, 679.
Xestobium sp. 680.
xylophagorum P. 114, 115.
Xylophagus cinctus Deg. 113.
— (= Erinna) cincta Deg. 115.
— sp. 113, 114.
Xyloterus lineatus Oliv. 114.

Z.

Zabrotes subfasciatus 459.
Zenillia pexops B. 189, 214.
— roseanae 272.

Soeben erschien die 6. Lieferung vom

Handbuch der Pflanzenzüchtung

In Verbindung mit zahlreichen Mitarbeitern

herausgegeben von

Prof. Dr. **Th. Roemer**, Halle — und — Prof. Dr. **W. Rudorf**, Müncheberg

Fünf Bände mit vielen hundert Abbildungen

Die einzelnen Bände behandeln:

I. Band: Allgemeine Züchtungslehre — II. Band: Die Züchtung der Hauptgetreidearten — III. Band: Hülsenfruchter, kleeartige Futterpflanzen, Gräser, Kohl-Futterpflanzen — IV. Band: Kartoffeln, Rüben, Öl- und Gespinstpflanzen, Tabak — V. Band: Gemüse, Obst, Forstpflanzen.

Das Werk erscheint in etwa 20 Lieferungen zum Subskriptionspreis von je RM. 6,50 und 5 Einbanddecken für je RM. 1,50
(Einzelne Lieferungen werden nicht abgegeben)

Monatlich eine Lieferung — Die erste Lieferung erschien im September 1938

Die großen Fortschritte, die die wissenschaftliche Forschung auf dem Gebiete der Züchtung leistungsfähiger und leistungssicherer Rassen unserer Kulturpflanzen gemacht hat, ließen das Erscheinen eines zeitgemäßen neuen Handbuches der Pflanzenzüchtung zur unbedingten Notwendigkeit werden. Die Herausgeber dieses neuen Handbuches folgen dabei dem Gedanken Fruwirths, den er schon 1900 ausgesprochen hat, daß eine spezielle Pflanzenzüchtung von einer Reihe von Fachleuten verfaßt werden muß, die auf ihrem engsten Gebiet Spezialisten sind. Der verhältnismäßig niedrige Preis und die Ausgabeform in Lieferungen sollen das Werk jedem zugänglich machen, der ihm Interesse entgegenbringt. So ist das neue „Handbuch der Pflanzenzüchtung" vor allem unentbehrlich für alle Saatzuchtwirtschaften. Ferner sei es besonders auch allen Hochschullehrern und Forschern auf dem Gebiete der Pflanzenzüchtung, des Pflanzenbaues, der Vererbungslehre, der Botanik, der Pflanzenphysiologie, der allgemeinen Biologie und schließlich jedem fortschrittlichen Landwirt warm empfohlen.

VERLAG PAUL PAREY · BERLIN SW 11 · HEDEMANNSTRASSE 28/29

Soeben erschien Lieferung 3:

Handbuch der Pflanzenkrankheiten

VI. Band: Pflanzenschutz

Verhütung und Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten

Unter Mitwirkung zahlreicher Mitarbeiter
herausgegeben von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. **O. Appel**

Band VI erscheint in 2 Halbbänden von zusammen 4—5 Lieferungen

1. Lieferung. 1. Halbband. Seite 1–288, mit 7 Abbildungen. RM. 16,20

Inhalt der 1. Lieferung: Die wirtschaftliche Bedeutung des Pflanzenschutzes — Die Aufgaben des Pflanzenschutzes. I. Verhütung des Auftretens von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen (Hygiene). A. Kulturmaßnahmen, B. Entseuchungsmaßnahmen, C. Absperrmaßnahmen (Quarantäne). II. Die Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten und -schädlinge (Therapie). K. Physikalische Bekämpfungsmaßnahmen.

2. Lieferung. 1. Halbband. Seite 289—576, mit 56 Abbildungen. RM. 16,60

Inhalt der 2. Lieferung: A. Physikalische Bekämpfungsmaßnahmen (Fortsetzung) — B. Chemische Bekämpfungsmaßnahmen. a) Chemische Pflanzenschutzmittel (I. Anorganische Grundstoffe, II. Organische Grundstoffe, III. Beistoffe, b) Biologische Prüfung von Pflanzen- und Vorratsschutzmitteln, c) Physikalische und chemische Prüfverfahren.

3. Lieferung. 1. Halbband. Seite 577—647. 2. Halbband. Seite 1—208. RM. 17,80

Inhalt der 3. Lieferung: c) Physikalische und chemische Prüfverfahren (Schluß) — C. Biologische Bekämpfungsmaßnahmen. a) Verwendung von Mikroorganismen, b) Verwendung von Wirbeltieren c) Verwendung von Insekten zur Bekämpfung von Schadinsekten, d) Verwendung von Insekten zur Bekämpfung von Unkräutern. Die technischen Mittel des Pflanzenschutzes. A. Beizgeräte: I. Naßbeizgeräte, II. Trockenbeizgeräte. — B. Spritzgeräte: I. Handtragbare Spritzen, II. Rückentragbare Spritzen, III. Karrenspritzen, IV. Pferdefahrbare Spritzen ohne Motorantrieb, V. Motorbetriebene Spritzen und Füllpumpen, VI. Schlauchspritzeneinrichtungen, VII. Zubehörteile von Spritzgeräten, VIII. Geräte und Anlagen zur Herstellung und Verteilung von Spritzbrühe.

1. Halbband. Seite 1—647, mit 63 Abbildungen. Geb. RM. 46,—

„Nachdem sich die Erkenntnis überall Bahn gebrochen hat, daß die Pflanzenkrankheiten sowohl privat- als auch volkswirtschaftlich eine sehr große Rolle spielen, haben sich Wissenschaft und Technik in erhöhtem Maße dem Ausbau der Bekämpfungsmaßnahmen zugewandt. Diese Entwicklung ist die Veranlassung gewesen, das Handbuch um einen Band zu erweitern, der den praktischen Pflanzenschutz, d. h. die Verhütung und Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten, auf breiterer wissenschaftlicher Grundlage behandelt und den Abschluß des Werkes bildet. Die Namen der Autoren bürgen für die Gründlichkeit und Zuverlässigkeit der Bearbeitung. Überall zeigen ausführliche Literaturangaben demjenigen, der tiefer eindringen will, die Wege. **Eine hocherfreuliche Erscheinung und gerade für die Jetztzeit besonders wertvoll.“** (*Zeitschrift für angewandte Entomologie.*)

VERLAG PAUL PAREY · BERLIN SW 11 · HEDEMANNSTRASSE 28/29
Druck von Hermann Beyer & Söhne (Beyer & Mann) in Langensalza
Printed in Germany